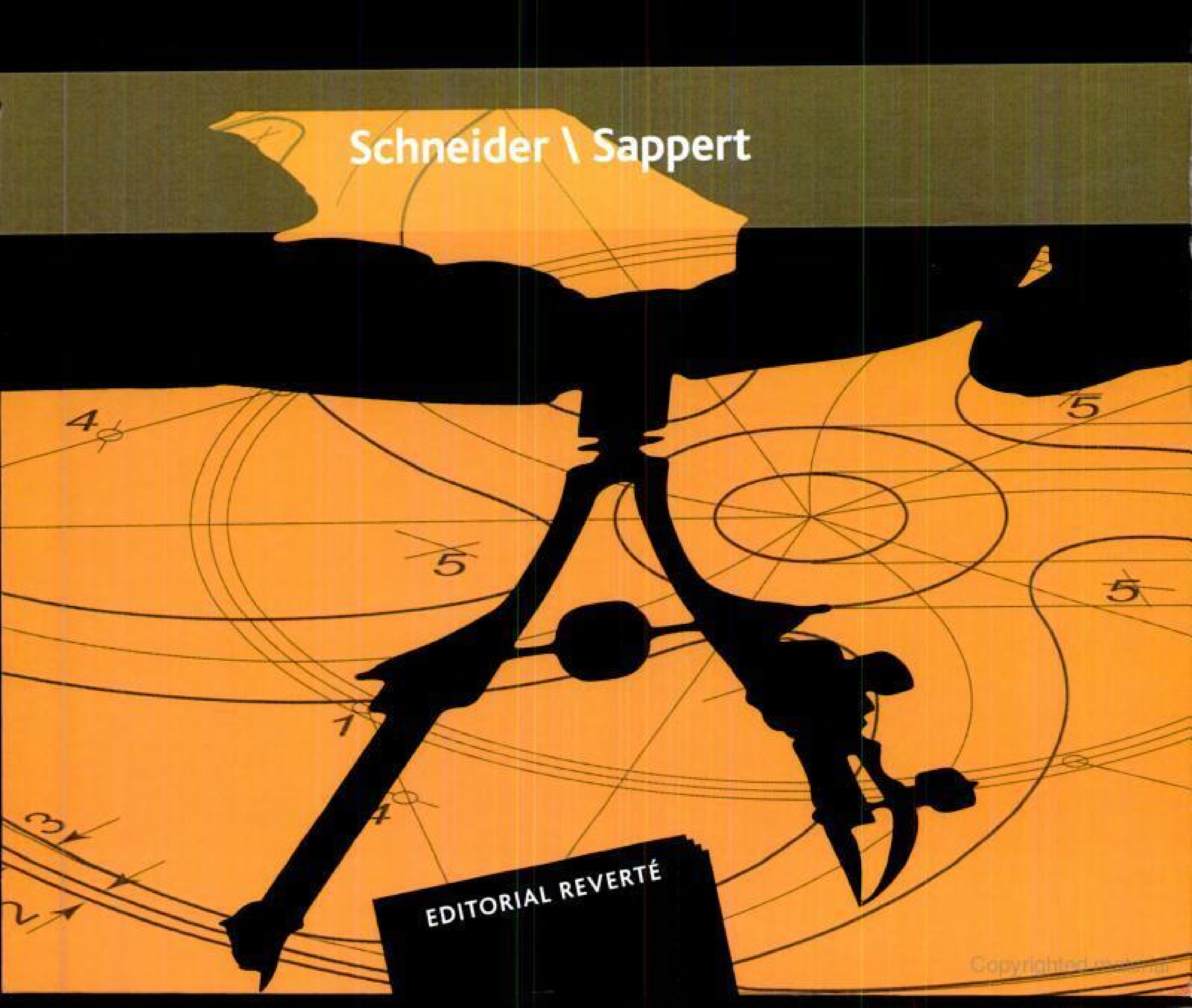
Manual práctico de **dibujo técnico**

Tercera edición

Schneider \ Sappert



EDITORIAL REVERTÉ

Título de la obra original:
Technisches Zeichnen für die Praxis
Edición original en lengua alemana publicada por
Georg Westermann Verlag

Versión española por
Dr. Carlos Saenz de Magarola
Doctor Ingeniero Industrial

Propiedad de:
EDITORIAL REVERTÉ, S. A.
Loreto, 13-15. Local B
08029 Barcelona. ESPAÑA
Tel: (34) 93 419 33 36
Fax: (34) 93 419 51 89
e-mail: reverte@reverte.com
www.reverte.com

REIMPRESIÓN DIGITAL A PARTIR DE FEBRERO DE 2007

Edición en español:

© Editorial Reverté, S. A., 1990
ISBN 13: 978-84-291-1451-5
ISBN 10: 84-291-1451-3
Depósito Legal: B-8160-2007 U.E.

Impreso en España - Printed in Spain

Impresión: Publidisa

ÍNDICE ANALÍTICO

1. Introducción

Ya en los primeros tiempos de la historia de la humanidad hubo de manifestarse entre los hombres la necesidad de comunicarse unos con otros. Así nació el habla humana, partiendo de los primeros sonidos y voces inarticulados, primitivos, hasta llegar al elevado grado de desarrollo de las lenguas civilizadas de nuestro tiempo. No obstante, nunca bastó al hombre solamente la pala- F 1.1[3]
bra hablada para expresar sus sentimientos. Y así, al mismo tiempo que el habla, surgió la *imagen*.
En las cuevas de las mesetas calcáreas de Francia y España se han encontrado, F 1.2
pintadas con almagre en sus paredes, figuras de animales y escenas de caza que se han conservado hasta nuestros días durante más de 30 000 años (figura 1.1). El gusto de dibujar figuras, el afán de dar una expresión a la alegría y al dolor, la necesidad de producir imágenes religiosas pudieron mover a aquellos hombres primitivos a labrar o a pintar esas figuras de personas, animales y plantas, a reproducir esas vasijas de barro y esas armas y herramientas de piedra que, enriquecidas y embellecidas por aquellos artistas mediante adornos y signos de naturaleza variada, han llegado hasta nuestros días en cantidad muy abundante.
Al correr del tiempo, cuando resultó imposible para el hombre la preparación por sí mismo de todas las herramientas y aparatos que iba necesitando y fueron por ello desarrollándose especialistas en una u otra dirección, es cuando se prepararon ya los primeros *dibujos de contenido técnico*. Hubo *constructores* de gran genialidad que llevaron a cabo magníficas obras desde el punto de vista técnico y en lo que respecta al dibujo, como por ejemplo *Arquimedes* o *Leonardo da Vinci*, por citar solamente dos de entre ellos. Desde la edad media empieza a distinguirse ya entre la *reproducción* que consiste F 1.3
puramente en la representación gráfica y el *dibujo técnico* que constituye ya una exacta descripción o unas instrucciones de funcionamiento.
El dibujo técnico moderno es la representación precisa, exacta hasta en el detalle mínimo de un aparato, una herramienta o una construcción con cotas, signos y símbolos y ejecutado de acuerdo con normas directrices y leyes minuciosamente prescritas, contrariamente a lo que es una *reproducción o bosquejo más o menos artístico*, y que constituye una representación subjetiva de un objeto de acuerdo con el modo de verlo y entenderlo el dibujante. Los *símbolos* se conocieron ya en las más viejas culturas de la tierra. De ellos procede por sucesivo desarrollo la *escritura*. Gracias a ésta fue posible a los hom- F 1.4
bres transmitir sus ideas a través de las distancias y del tiempo. Cuando, con el descubrimiento de la máquina de vapor (*James Watt*, 1765), comenzó la auténtica marcha triunfal de la técnica se hizo necesario unificar los hasta entonces modos individuales de representación de los dibujos técnicos para hacerlos inteligibles de modo general, sin que fueran necesarias para ello explicaciones especiales orales o escritas. Se desarrollaron reglas para representaciones que se repetían constantemente llegándose por fin a que, después de 1921, cuando se fundó en Alemania la *Comisión de Normas de la Industria Alemana*,[1] se recogieron el conjunto de procedimientos de representación (acotación, símbolos, etc.) en las llamadas normas DIN.[2] En los demás países técnicamente desarrollados se produjo el mismo proceso.

---

1. Registrada como sociedad en Berlín el año 1917.
2. DIN=siglas registradas desde 1926 para la organización sucesora «Deutscher Normenausschuss» (Comisión Alemana de Normas) (DNA).
3. Para simplificar se ha empleado la letra **F** como abreviatura de figura.

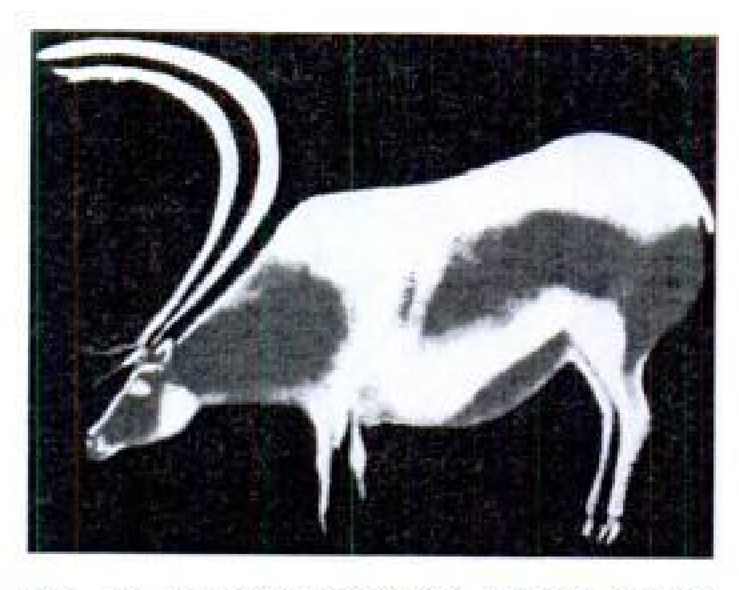


Fig. 1.1 Representación de un animal de los primeros tiempos de la Humanidad —período glacial, unos 30.000 años antes de Jesucristo— en una cueva de la Dordoña, en Francia

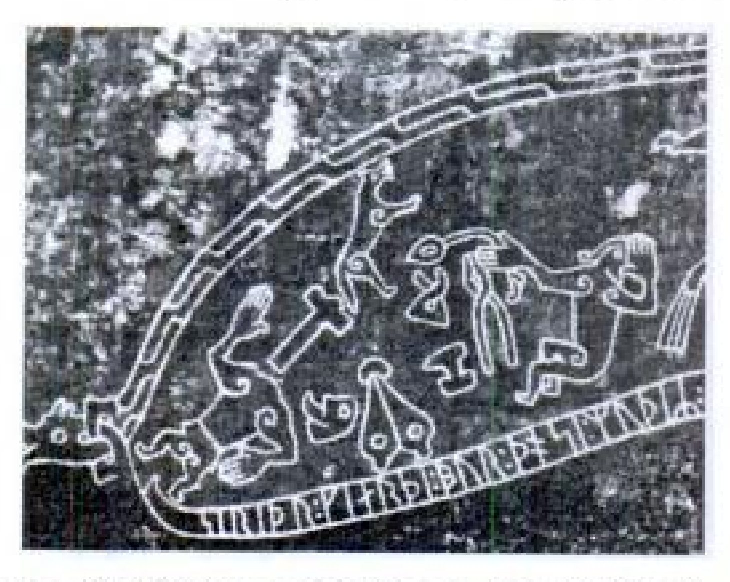
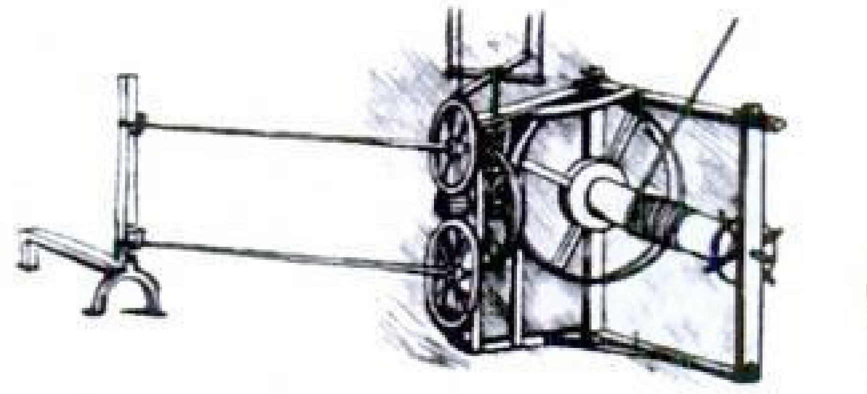


Fig. 1.2 Dibujo rupestre de la prehistoria nórdica



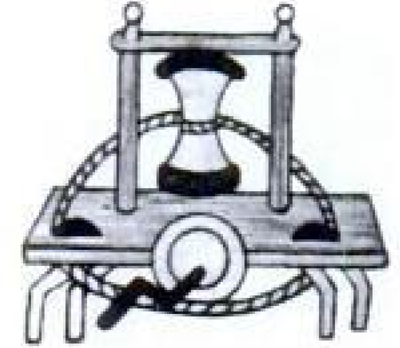


Fig. 1.3 Representación de un mecanismo de, aproximadamente, el siglo **XVI**. Máquina de esmerilar diamantes 1430

Fig. 1.4 Jeroglíficos del antiguo Egipto (3000 años antes de J.C.)

Letras de los fenicios (1000 años antes de J.C.)

Escritura cuneiforme de los sumerios (500 años antes de J.C.)

Escritura nórdica de runas (200 años después de J.C.)

Escritura romana (300 años antes de J.C.)

Hoy día, en la edad de la *construcción intercambiable*, del EWG, del Mercado Común, etc., se trata también de unificar internacionalmente el modo de dibujo; actualmente se adaptan cada vez más las normas DIN a las normas ISO.[3]

3. ISO=International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización), con sede en Ginebra.

2. El papel de dibujo

Como en toda profesión, es evidente también, en el caso del delineante, que ha de estar familiarizado con sus útiles de trabajo.
Los útiles de trabajo del delineante son el papel, el contenido de la caja de dibujo, el tablero o la máquina de dibujar, los lápices y los instrumentos de dibujar o escribir con tinta china.

2.1. Diversidad de tipos de papel

El papel para dibujar, soporte del dibujo, está compuesto de fibras que son principalmente de origen vegetal, pero que pueden proceder también del reino mineral o del animal o ser de naturaleza sintética. Puede llegar a manos del dibujante en forma de rollos o en pliegos recortados. El papel de dibujo está muchas veces sometido a condiciones duras. Por esta razón debe poderlas aguantar holgadamente, tanto por lo que respecta a su resistencia como a su conservación o inalterabilidad. Su peso por m^2 (generalmente en g/m^2) es un dato que sirve para tener una idea sobre el espesor del papel.
Se distinguen dos clases principales de papel de dibujo: 1. Papel opaco. 2. Papel translúcido (papel transparente).
1. El papel *opaco* de dibujo tiene un color que varía desde el blanco hasta el amarillento, es ligeramente brillante y de estructura unas veces con tendencia granujienta y otras de grano grueso. Está compuesto principalmente de celulosa. Son preferibles los que tienen adición de sustancias textiles (cuerda, cáñamo, algodón, trapos). Son más fuertes, no se deshilachan y ofrecen una mayor resistencia a la acción de la humedad. La adición —que no es de desear— de pasta de madera en las calidades de bajo precio, se pone de manifiesto por un tono rojizo del papel. Debe preferirse, para dibujar, el papel de doble encolado. Se reconoce éste en que una gota de estearina, depositada en una de sus caras, no se hace visible en la otra.
Un buen papel de dibujo admite bien el trazo del lápiz y permite hacer que desaparezca éste sin dejar huella. Los trazos con tinta china, de grueso igual o superior a 2 mm, no deben correrse sobre el papel. Después de secarse el trazo no deben quedar tampoco bordes difuminados. El borrado no debe dejar huella alguna. Sobre sitios en que se haya borrado debe poderse repetir el trazo de modo neto sin que se corra la tinta. El papel debe admitir los colores a la acuarela, tiene que poderse lavar, ser tenaz, resistente a la luz, poderse plegar y aguantar bien el trato un poco áspero y rudo. No debe «trabajar» de modo apreciable con los cambios de temperatura y de humedad; es decir, no debe sufrir con ellos modificaciones ni en su longitud ni en su anchura.
El campo de aplicación se limita a dibujos que hayan de tener una especial duración, a ilustraciones y representaciones perspectivas. No se pueden reproducir los dibujos hechos sobre este papel nada más que con ayuda de procedimientos fotográficos o térmicos.
2. Los papeles *translúcidos* tienen un interés más particular, comparados con los opacos, dado el progresivo perfeccionamiento de los procedimientos heliográficos de reproducción. Esta clase de papel tiene que ser tenaz, notablemente transparente, de tono blanco o amarillento, y debe permitir ver a su través un dibujo a lápiz colocado debajo, con tal claridad que pueda calcarse. El buen papel de calcar tiene que ser muy transparente, de color blanco o azulado, poco o nada aceitado, inodoro y fuerte, sin ser quebradizo. Tiene que admitir bien la tinta china y las pinturas y permitir borrar sobre él con goma o

2.2. Formatos de papel

Los formatos de papel están normalizados por DIN 823. La longitud del rectángulo normal es igual a la diagonal del cuadrado formado a base de su anchura como lado, o sea que los lados guardan entre sí la relación $x : y = 1 : \sqrt{2}$. Hay varias series de formatos, que se distiguen con las letras A, B, C, D y así sucesivamente. La serie más empleada, con mucho, es la *serie A* (DIN A). La base de esta serie está constituida por el pliego de 841 mm×1189 mm=1 m² aproximadamente. Mediante una sucesión de dobleces, partiendo en dos el tamaño anterior, se van obteniendo los demás formatos de la serie A. Los pliegos pueden utilizarse en forma vertical o apaisada. Los tamaños de los pliegos de dibujo sin recortar están también normalizados. **F 2.3**

En los pequeños dibujos del tamaño A 4 es conveniente dejar un margen de 25 mm, que viene a disminuir, en esa anchura, la superficie utilizable de la hoja final. Se obtienen formatos alargados partiendo por dos, cuatro, ocho, etcétera, los formatos principales, o bien añadiéndolos uno al lado de otro. En el tamaño A 4 se prefiere el formato vertical al apaisado por resultar aquél más cómodo de manejar en carpetas. **F 2.4**

Los formatos de la serie *A* constituyen lo que se llaman formatos finales. Se emplean para todos los tamaños de papel independientes como pliegos de dibujo, impresos, tarjetas postales, cartas, dibujos, anuncios, fichas, etc. En dibujos pequeños es admisible un borde de 15 mm de anchura para cosido, quedando disminuida la anchura o la altura del formato final en esa misma magnitud. **F 2.5**

Como los planos de tamaño demasiado grande resultan de manejo incómodo, deberán, en lo posible, evitarse los formatos desde el DIN A 1 hacia arriba.

Los formatos de las series auxiliares *B* y *C* se emplean para tamaños que dependen de la serie *A*, como sucede con sobres, cubiertas, clasificadores, dibujos sin cortar, ficheros, chasis, etc. Los formatos alargados se obtienen: *a*) partiendo longitudinalmente por dos, cuatro, ocho los formatos normales; *b*) colocando unos al lado de otros formatos iguales o consecutivos de la misma serie. **F 2.6** **F 2.7**

El pliego de dibujo se fija sobre el tablero con tiras de cinta adhesiva [1]; esto es lo más conveniente, pudiéndose fijar toda la longitud de los márgenes del pliego, o también solamente las esquinas, cruzando en ellas un trozo de tira adhesiva. El procedimiento antiguo de fijar con chinchetas el pliego de dibujo ha quedado prácticamente en desuso, ya que por un lado el pliego quedaba **F 2.2**

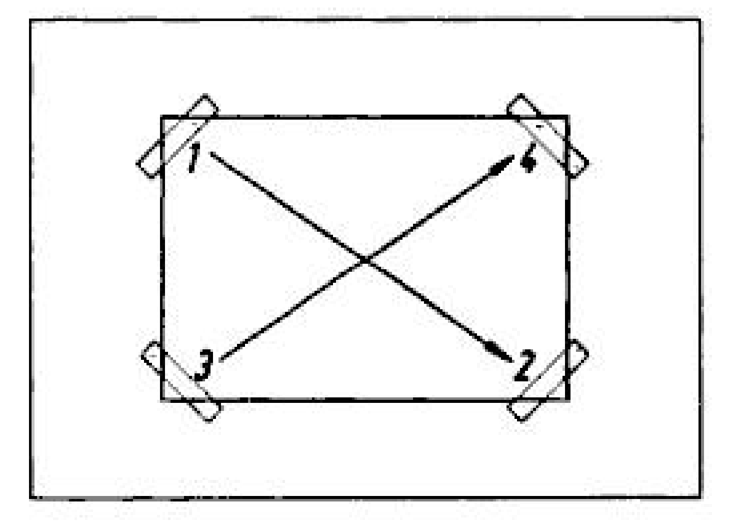


Fig. 2.2 De este modo se fijan los pliegos de dibujo sobre el tablero

1. Una marca de estas tiras es, por ejemplo, la Tesa-Krepp.

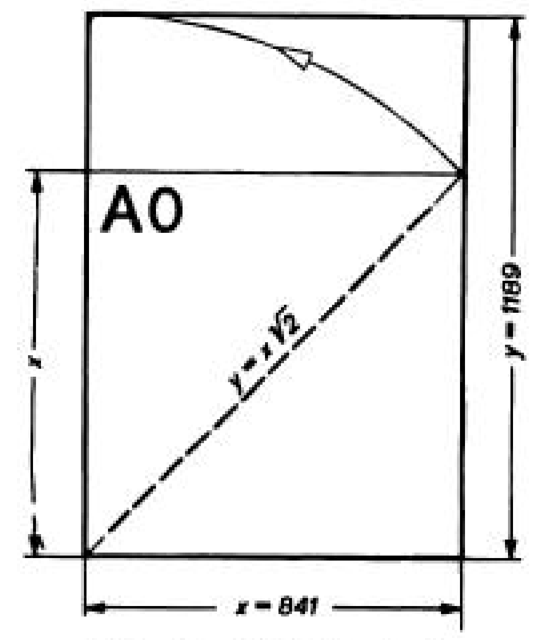


Fig. 2.3 Génesis de las relaciones entre los lados según DIN 223

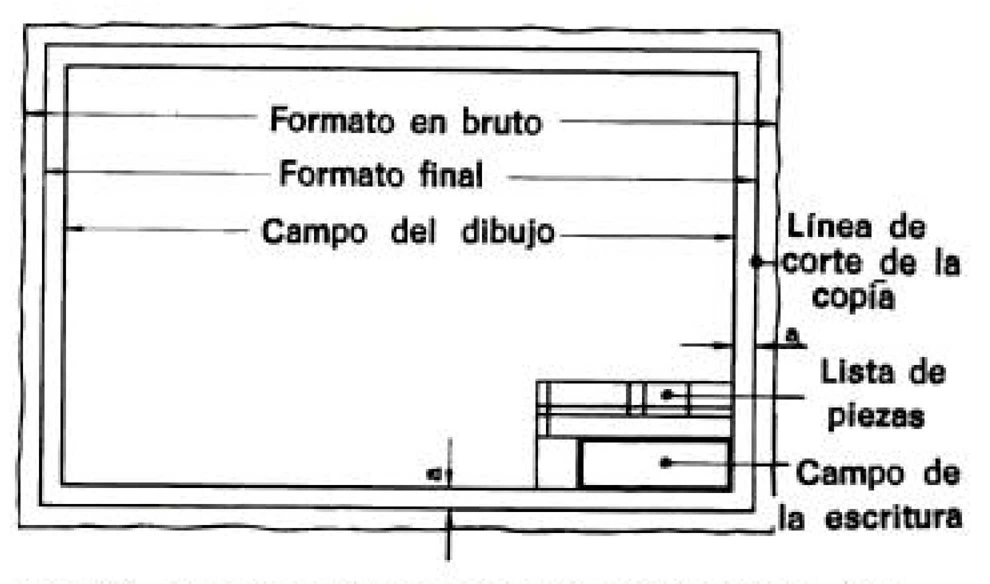


Fig. 2.4 Espacio destinado al dibujo y ribetes de éste

Formato	Formato bruto	Formato final	Cota = a
4 A0	1720 × 2420	1682 × 2378	20
2 A0	1230 × 1720	1189 × 1682	15
A0	880 × 1230	841 × 1189	10
A1	625 × 880	594 × 841	10
A2	450 × 625	420 × 594	10
A3	330 × 450	297 × 420	10
A4	240 × 330	210 × 297	5
A5	165 × 240	148 × 210	5
A6	120 × 165	105 × 148	5

¡Apréndase de memoria estas cifras!

Fig. 2.5 Serie de formatos DIN A (formatos finales)

Series adicionales

B	C	
1000 × 1414	917 × 1297	0
707 × 1000	648 × 917	1
500 × 707	458 × 648	2
353 × 500	324 × 458	3
250 × 353	229 × 324	4
176 × 250	162 × 229	5
125 × 176	114 × 162	6

Fig. 2.6 Series DIN de los formatos B y C

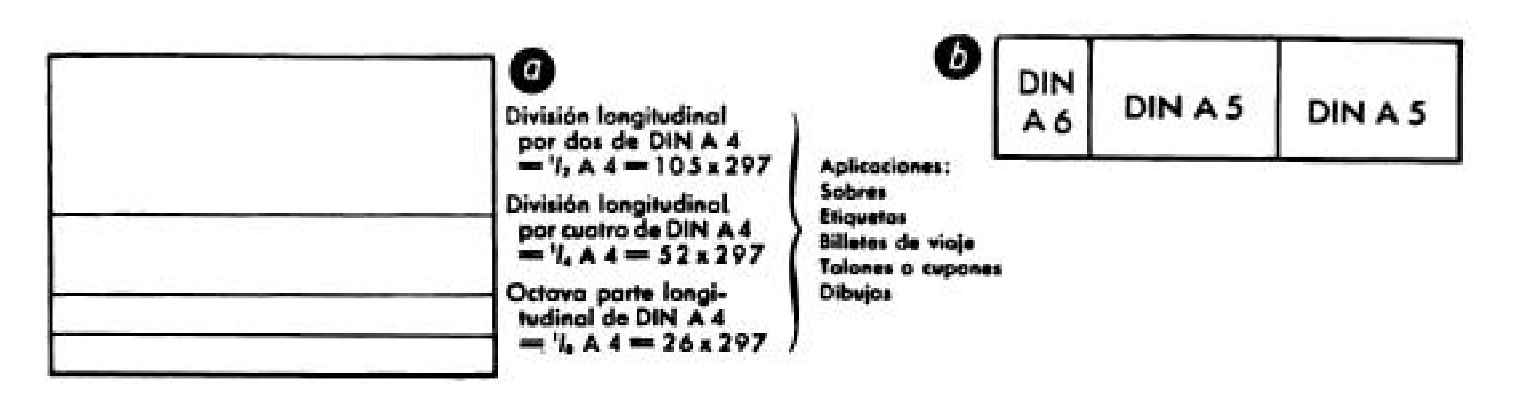


Fig. 2.7 Formatos longitudinales según DIN (formato A)

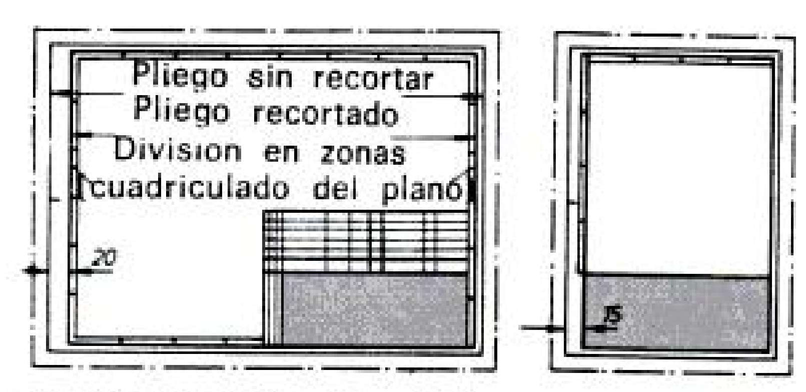


Fig. 2.8 Posición del cajetín para rotulado en el pliego del dibujo impreso

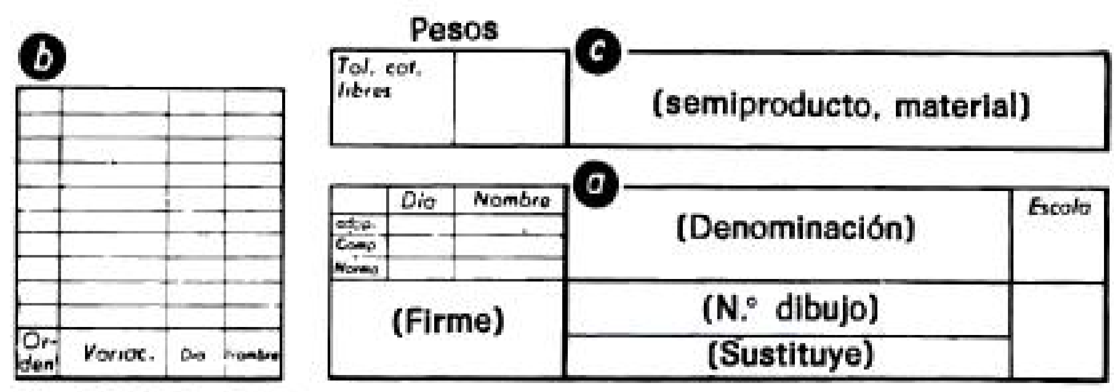


Fig. 2.9 El cajetín de rotulación sin lista de piezas, únicamente para planos parciales, consta de tres partes principales

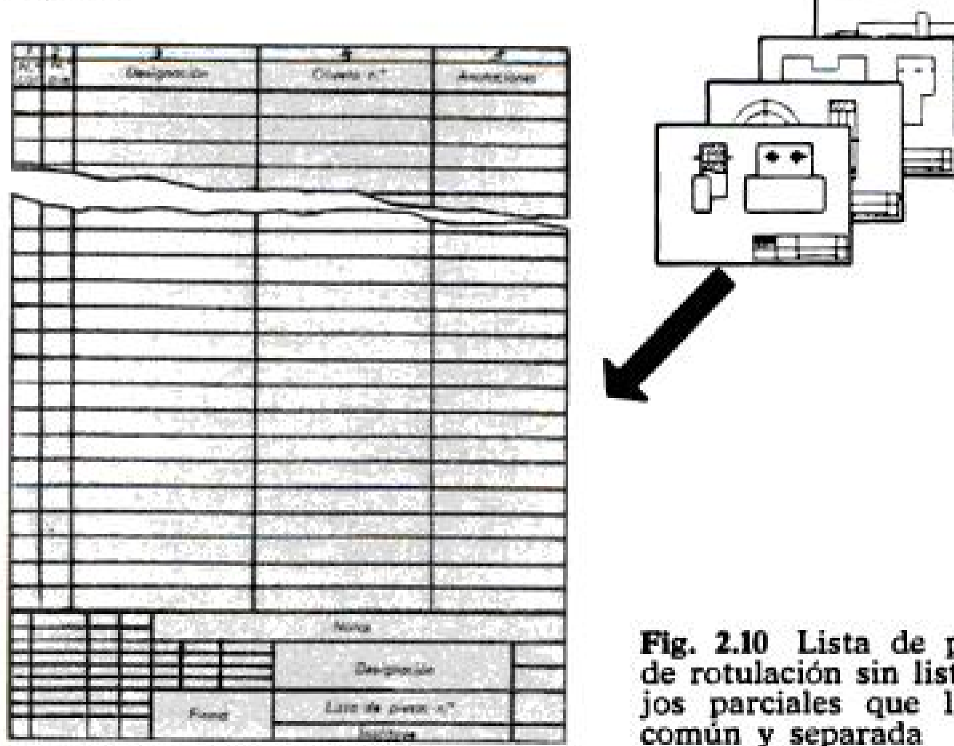


Fig. 2.10 Lista de piezas separada. El cajetín de rotulación sin lista de piezas va en los dibujos parciales que llevan una lista de piezas común y separada

se consignan indicaciones sobre otras construcciones, por ejemplo: Sustituye a: ... Sustituido por: ..., etc.

Los *productos semifacturados y materiales* a partir de los cuales la pieza se fabrica se consignan con sus denominaciones normalizadas. El recuadro para *peso* puede, en talleres en que no se necesitan datos gravimétricos, dedicarse a consignar en él otros datos, por ejemplo, para firmas de la dirección. Como *tolerancias de cotas libres* se consignan las discrepancias admisibles para cotas libres (cotas sin indicación de tolerancia).

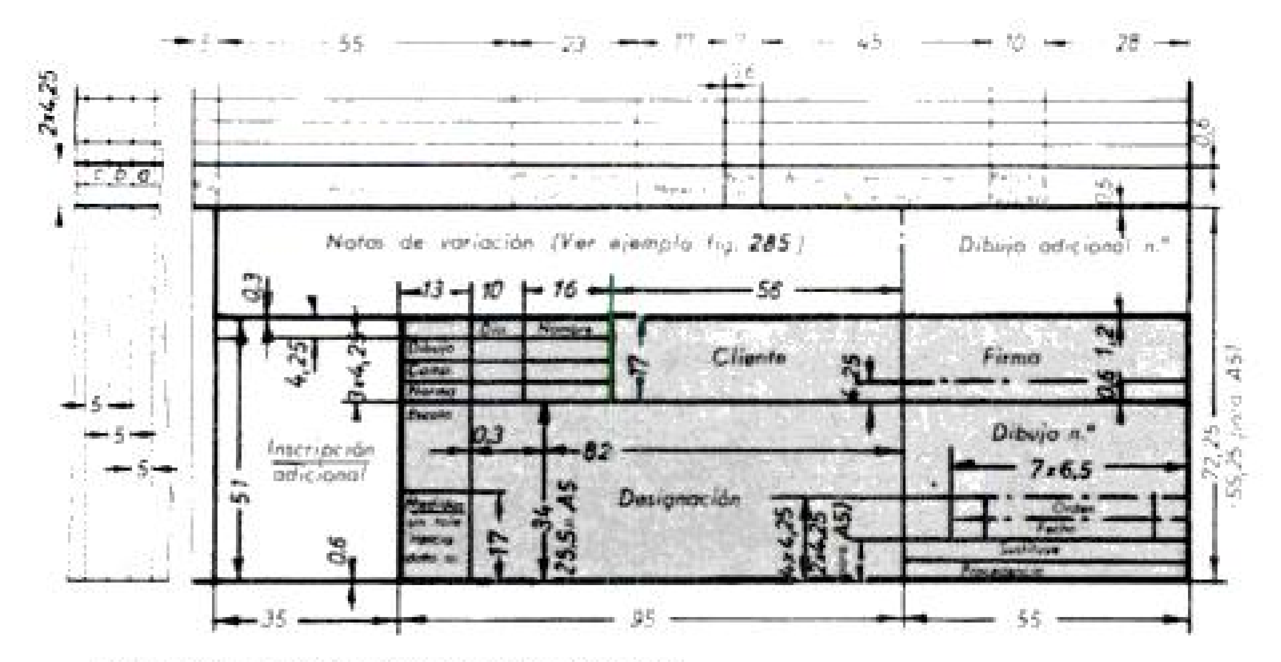


Fig. 2.11 Cajetines K1 y K2, DIN 6782

Donde dice *Dibuj., Compr., Norm.,* se indican de modo bien legible los nombres de los correspondientes señores. En cuanto a la *Escala,* se pone la escala principal, pero deberían en realidad ponerse también las demás. *Signos de registro* son los que nos señalan las copias o número de originales.

Las variaciones deben describirse, a poder ser, en una comunicación separada del plano. En la casilla «*Variación*» deberán entonces consignarse únicamente el número de la comunicación de variación y la designación de la zona del plano. Los renglones tienen una distancia entre sí de 4,25 mm. F 2.11

Para dibujos de montaje, en el caso de grupos de fabricantes y también en el de dibujos de piezas sueltas se emplea el cajetín de rotulado K2 DIN 6782. El cajetín K1 (recuadro más oscuro) está previsto para dibujos que no estén sujetos al servicio de correcciones, como, por ejemplo, los dibujos para ofertas. Para los dibujos que puedan ser variados se utiliza el cajetín K2 (zona clara más zona oscura).

La altura de las zonas (divisible por 4,25 mm) está adaptada para la altura entre renglones de las máquinas de escribir.

3. El manejo de los instrumentos de dibujo

3.1. Instrumentos para el dibujo a lápiz

El útil principal para dibujar es el lápiz, ya sea para esbozar o croquizar o ya sea para delinear. Los lápices de madera habituales en tiempos pasados son poco prácticos para el afilado y resultan antieconómicos. Y esto hasta el punto de que apenas se emplean ya en las salas de dibujo. El lápiz realmente adecuado es el *lápiz portaminas* (también llamados *lápices mecánicos* o *de mordazas*) en sus diversos tipos de ejecución y espesores de mina.

Las minas de dibujo se fabrican en diversos grados de dureza. Estos grados de dureza se consiguen en la fabricación mediante la adecuada elección de las proporciones de mezcla de los elementos aglomerantes y del grafito. El grado
F 3.1 de dureza se indica en el caso de lápices portaminas hacia la mitad de la mina con las letras B, F o H.[1] Las durezas B y H se escalonan mediante cifras colocadas delante. HB significa «semiblando y negro».

El dibujante tiene siempre a su disposición lápices de diversos grados de dureza: para dibujar un trazo vivo, intenso, susceptible de dar una buena copia, se emplea hoy, por ejemplo, una mina 2H, pero mañana puede ser necesaria una dureza F, ya que el papel de dibujo y sobre todo el papel claro, transparente, es muy sensible frente a la humedad y según sea ésta resulta más *duro* o más blando.



Fig. 3.1 Serie de grados de dureza de las minas

1. *Nota del traductor.* Estas letras hacen referencia, respectivamente, a las palabras inglesas *black* (negro), *firm* (firme) y *hard* (duro).

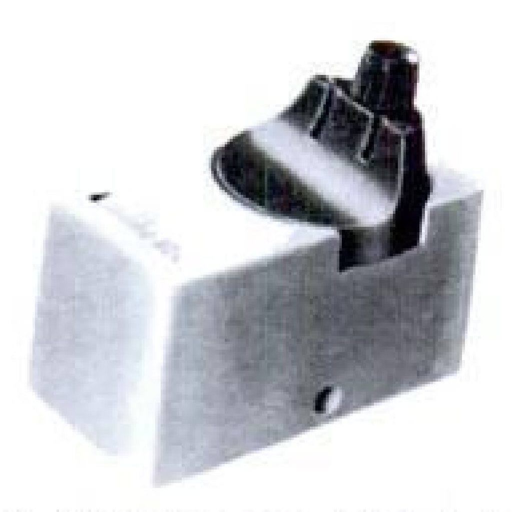


Fig. 3.5 Afila-minas para afilado cónico (ajustable para dos longitudes) de la casa Dahle



Fig. 3.6 Afila-minas con el que pueden obtenerse afilados cónicos o afilados en forma de cincel (casa Dahle)

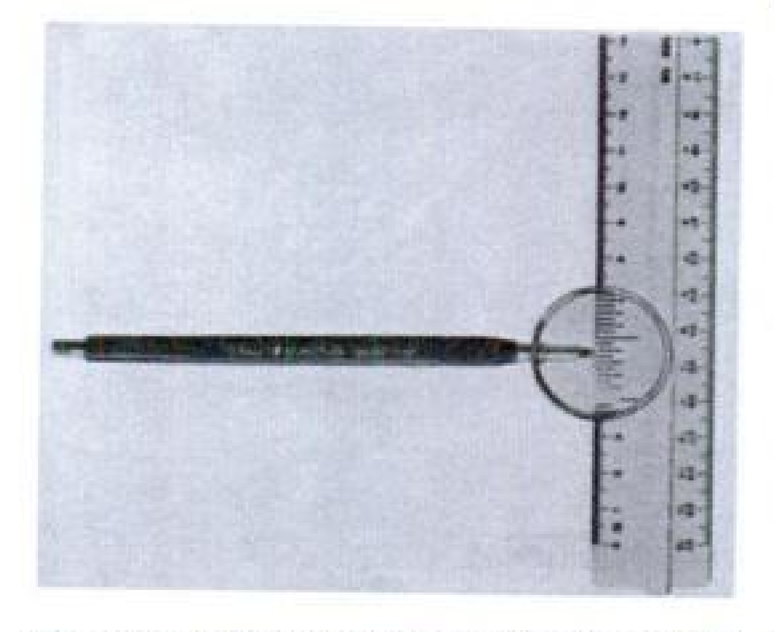


Fig. 3.7 Lápiz de mina fina de 0,5 mm de diámetro

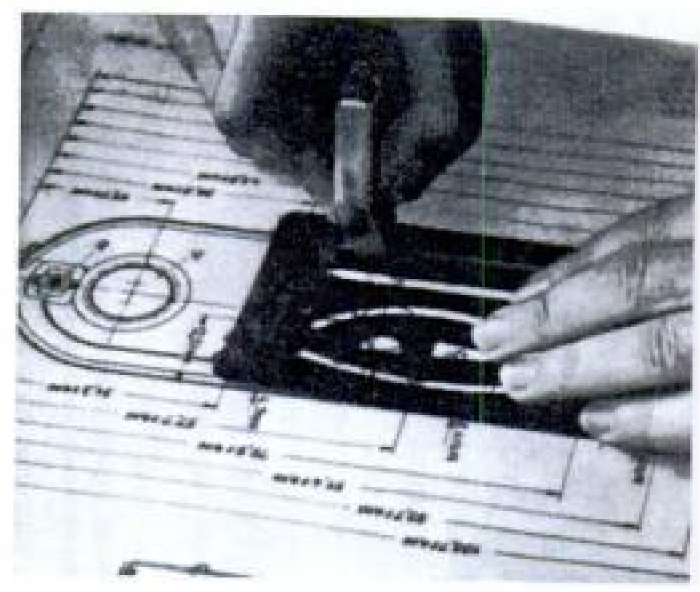


Fig. 3.8 Para borrar zonas pequeñas es útil el empleo de una plantilla

3.2. Instrumentos para el dibujo a tinta

Trabajo con el tiralíneas

Antiguamente se delineaban los dibujos únicamente con el *tiralíneas.* Hoy día no está todavía eliminado del todo; para trazos coloreados se emplea aún, cuando no resulta económico el empleo del *portaplumas* fuente lleno de tinta de color.

El tiralíneas consta de dos lengüetas de la misma longitud y resistencia, hechas de acero especial resistente al desgaste y de puntas templadas, cuya separación se puede graduar, a voluntad, con un tornillo, de acuerdo con el espesor de líneas que se desee obtener.

La tinta se deposita entre ambas hojas del tiralíneas. Estas hojas o lengüetas han de ser de la misma longitud y estar exactamente enfrentadas una a otra sin desplazamiento alguno relativo.

El tiralíneas ha de mantenerse escrupulosamente limpio, para lo cual se frota con un pequeño lienzo desde los costados.

Como esta limpieza del tiralíneas no es muy sencilla de realizar, especialmente cuando está graduado para trazo fino, y es muy fácil que se ejerza una presión desigual sobre ambas hojas que puede terminar por deformarlas con el tiempo, resulta práctico que para limpiar el tiralíneas pueda abrirse o levantarse

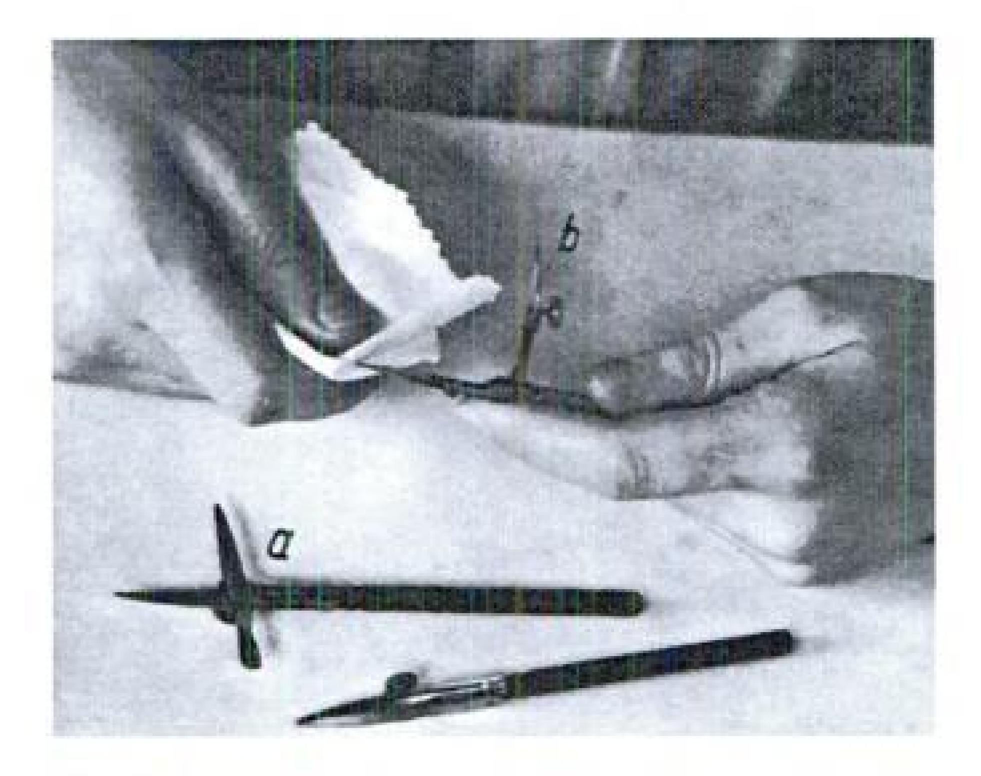


Fig. 3.9 Tiralíneas: a) con charnela para abertura en la dirección del trazado; b) con charnela para abertura en sentido normal a la dirección del trazado

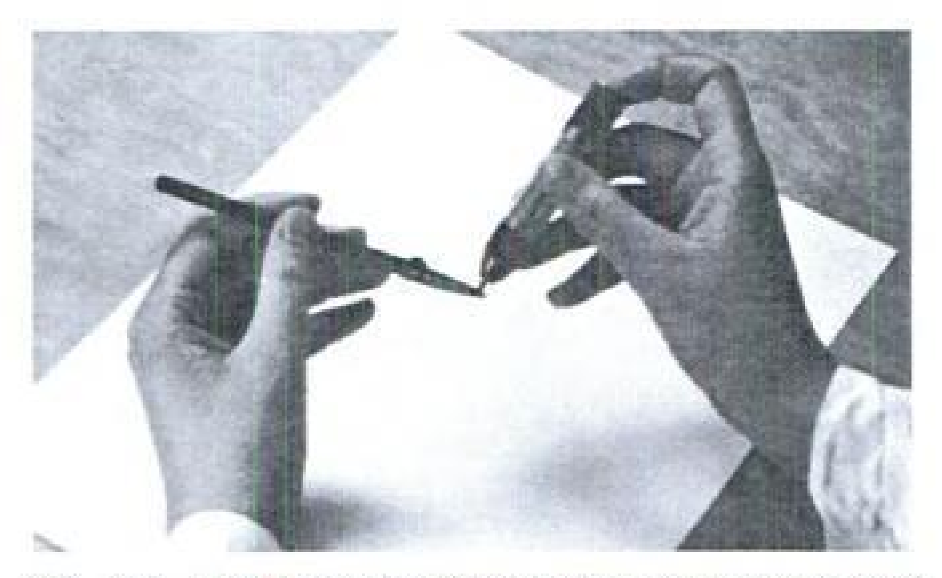


Fig. 3.10 Al cargar el tiralíneas, se deja que la gota salte partiendo de la punta del mismo

una de las hojas. El tiralíneas tiene que estar confeccionado en este caso de modo tal que después no quede la hoja defectuosamente fijada o «temblequeante». Hay dos maneras para conseguir que se abra o levante una de las hojas. En uno de los sistemas existe una charnela que permite levantar ampliamente una de las hojas normalmente a la dirección del trazado. Más práctico resulta el segundo sistema, según el cual una de las hojas gira alrededor del tornillo de ajuste, abriéndose en el sentido de la marcha del tiralíneas con movimiento de tijera. **F 3.9**

Lo más cómodo es utilizar para el llenado del tiralíneas unos *tubitos de tinta china.* Con objeto de no cargar en el tiralíneas más tinta de la que realmente puede admitir, se procede al llenado partiendo de la punta, con lo cual se evitan goteos y borrones. **F 3.10**

Para *dibujar* se toma el tiralíneas con la mano derecha, bastante abajo y de tal modo que queden sobre él los dedos índice y medio, porque cuando no descansa sobre el mango nada más que el dedo índice, la mano se fatiga prematuramente. Las dos hojas tienen que tocar el papel a un mismo tiempo y por **F 3.11**

Una porción de tinta seca puede también eliminarse disolviéndola en agua. Para F 3.13
esto se emplea un pequeño receptáculo que contiene una esponja mojada, por el estilo de los que se utilizan para pegar. Si el tiralíneas «rebelde» se oprime contra esa esponjita, responderá nuevamente al cabo de poco rato. Si se dibujan trazos capilares se recomienda poner en las interrupciones del trabajo, el tiralíneas en contacto con la esponjita para mantenerlo en condiciones de funcionar. El trabajo con tiralíneas es cuestión de práctica. Muy pronto se adquiere el tacto necesario para darse cuenta de que el tiralíneas no debe estar ni demasiado vacío ni demasiado lleno, de que no debe alterarse durante el trayecto la inclinación de la pluma y de la influencia que tiene saber el espesor del trazo. Se aprende el modo de empalmar líneas interrumpidas por agotamiento de la tinta sin que se note la unión al reanudar el trazado con el tiralíneas nuevamente lleno, el modo de dibujar esquinas agudas y el de trazar con perfección las transiciones entre arcos circulares y rectas.

1 Mango
2 Botón escalonado
3 Caperuza
4 Cono y parte delantera
5 Depósito transparente



Fig. 3.14 Portaplumas-fuente Rotring Rapidograph «Variant». Es necesario emplear una tinta especial porque la corriente tapona la pluma. El portapluma para Micronorm es pardo rojizo con anillos de colores caracterizadores



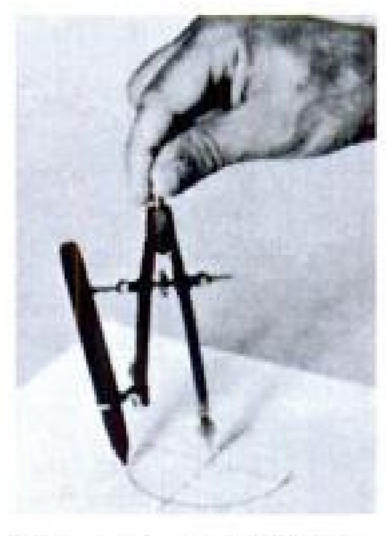
Fig. 3.15 Portaplumas-fuente «Staedler-Mars 700» con juego de humectación. Los colores característicos de Micronorm van dispuestos en la punta y en el capuchón

Trabajo con el portaplumas-fuente

En las oficinas técnicas de construcción se trabaja, hoy en día, casi exclusivamente con el portaplumas-fuente, ya que resulta más económico de tiempo y es más regular en cuanto al trabajo que el tiralíneas.
Al comprar un portaplumas-fuente hay que tener presente que sea adecuado para el trabajo con Micronorm. El portaplumas debe ir provisto de una *m* y de los colores normalizados que caracterizan la anchura de trazo.
El trabajo con este instrumento es sencillo y los trazos resultan siempre con una hermosa regularidad en las anchuras deseadas. F 3.14
Es interesante, no obstante, en todos los instrumentos tener en cuenta lo siguiente: F 3.15

Después de su uso atornillar inmediatamente el portaplumas. Limpiar metódicamente (cada vez que se rellene la pluma) el instrumento con chorro de agua. Además de esto deberían leerse las instrucciones de empleo antes de usar el instrumento por primera vez.

Mediante accesorios adecuados puede utilizarse el portaplumas-fuente en el F 3.16
compás. F 3.17



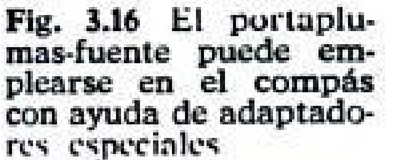


Fig. 3.16 El portaplumas-fuente puede emplearse en el compás con ayuda de adaptadores especiales



Fig. 3.17 Bigotera especial para portaplumas-fuente.

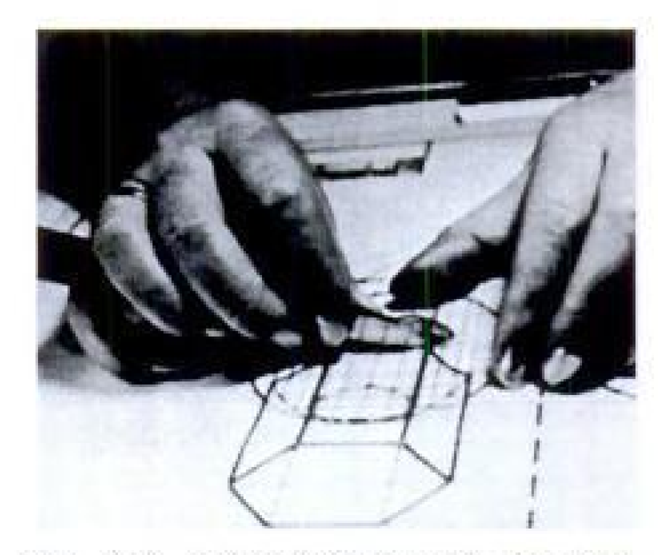


Fig. 3.18 Así se trabaja con el raspador. ¡Obsérvese el modo de manejarlo!

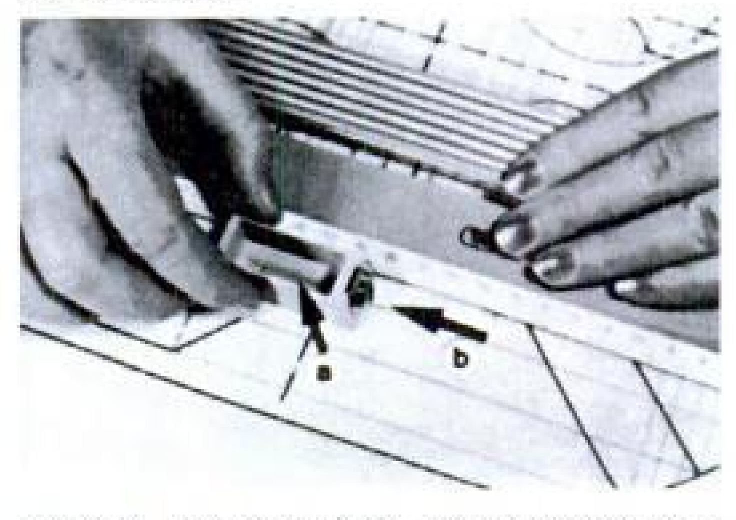


Fig. 3.19 Así se trabaja con el cepillo para borrar tinta pasándolo junto a la regla, a = = mirilla, b = hoja rascadora



Fig. 3.20 El pincel de lana de vidrio elimina los últimos vestigios de tinta

Modo de borrar tinta

La tinta china se elimina con medios un poco fuertes, tales como el cortaplumas o el raspador, la hoja de afeitar, el pincel de vidrio, la lana de vidrio y el cepillo para borrar tinta china.

Respecto a la hoja de afeitar como medio para borrar, diremos que no es recomendable porque se producen estrías muy pegadas unas a otras y el papel resulta muy áspero.

Para obtener buenos resultados son, desde luego, condición indispensable en todo caso un cuidado máximo y una larga práctica. El borrado de la tinta es un verdadero arte que exige mucha habilidad. La seguridad de poder solventar incluso los «casos» difíciles sin dejar señal alguna, libera al dibujante de la preocupación continua de estropear, por una pequeña equivocación o por un descuido, un dibujo laboriosamente ejecutado: solamente sabe dibujar el que sabe borrar.

Borrar no quiere decir «rascar», sino quitar la tinta aplicada sin que el soporte, que es el papel, sufra deterioro alguno. Al realizar el trazo, el tiralíneas ha hundido el papel haciendo dos surcos. Por esta razón es ventajoso, antes de borrar, colocar debajo de la zona correspondiente alguna cosa dura y lisa que levante el papel. No debe borrarse el trazo de tinta normalmente a su dirección, para evitar que el instrumento utilizado pase sobre los dos surcos formados al tirar la línea sin llegar a tomar a fondo la tinta depositada en ellos. Se debe borrar, por el contrario, siguiendo la dirección del trazo y sacar



Fig. 3.21 Cepillo borrador constituido a modo de lápiz o cincel, con el cual se pueden realizar correcciones de gran precisión

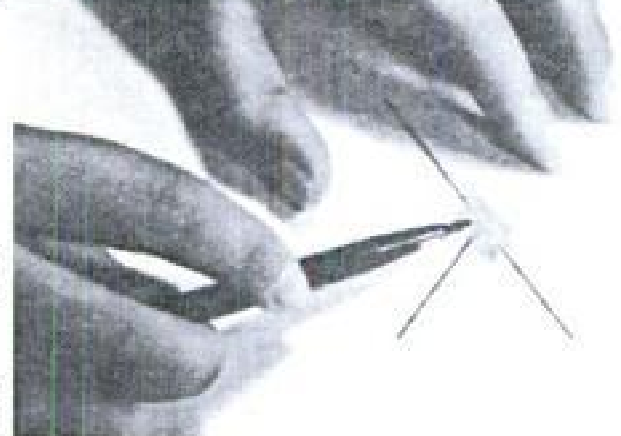


Fig. 3.22 Mediante aplicación de grafito a la zona borrada se evita el corrimiento de la tinta al dibujar encima

las últimas partículas de tinta con la punta de la hoja. Además, se estropea menos el papel al borrar cuando se actúa en la dirección del trazo. Para hacer que la afilada hoja empleada actúe de modo eficaz, no se borra nada más que en su movimiento de ida o de vuelta, pero nunca en ambos sentidos. Con el pincel de vidrio se consigue una acción final de limpieza. **F 3.18**

El moderno cepillo pada borrar tinta china se hace pasar a lo largo de la regla. En una o dos pasadas se elimina la línea de tinta que se quería suprimir. **F 3.19**

Este instrumento conformado a modo de lápiz o de cincel se utiliza para el caso de líneas curvas o de pequeñas correcciones. El papel se alisa al mismo tiempo de modo que pueda trabajarse nuevamente a continuación con tinta china en la parte borrada. **F 3.20** **F 3.21**

Después de haber eliminado la tinta, se pasa por la zona afectada primeramente una goma dura y después una goma blanda y se alisa finalmente con una plegadera o cortapapeles.

Hay el peligro de que la tinta china se corra al volver a delinear sobre la zona borrada. Para solventar este inconveniente lo que se hace es ennegrecer esa zona uniformemente con un lápiz blando. Ahora podrá ya dibujarse o escribir encima sin peligro alguno. Cuando se haya secado la tinta se borra con una goma *blanda* la zona grafitada. **F 3.22**

Para el *afilado del raspador* se utiliza la piedra de afilar con adición de agua, o mejor la piedra de aceite con adición de aceite. Para que la hoja tenga un ángulo pequeño en el filo, el canto opuesto se eleva ligeramente durante el afilado. **F 3.23** **F 3.25**

Mediante el afilado vuelven a su sitio las pequeñas e invisibles partes de la punta del filo que actúan como si fueran dientes por haberse doblado durante el uso del cuchillo. Para evitar que se forme alguna cresta o rebaba en el filo, se maneja la hoja del raspador exactamente en la misma forma que una nava-



Fig. 3.23 Durante el afilado no se levanta sino ligeramente el canto opuesto de la hoja.

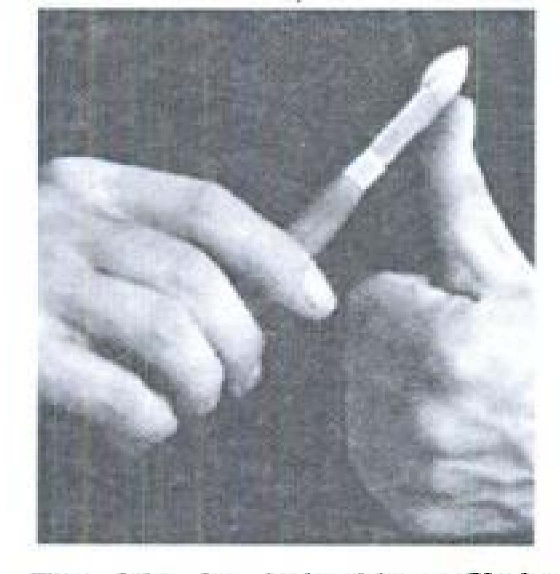


Fig. 3.24 La hoja bien afilada debe notarse claramente por su acción sobre el dedo

pinceles de pelo de marta, y precisamente uno especial para cada uno de los tres colores fundamentales: amarillo, rojo y azul.
Con los pinceles sucede lo mismo que con las plumas: a cada uno le viene bien únicamente un determinado grado de dureza de la plumilla. Se puede improvisar un pincel para uso general, cortando convenientemente uno de pelo largo con una cuchilla bien afilada.
Al mojar el pincel en los colores, hay que tener cuidado de quitar después la mayor parte del líquido antes de empezar a aplicar el color, pues en caso contrario se producirían borrones con gran facilidad. El pincel debe sujetarse muy ligeramente en la mano, sin llevarlo demasiado tieso, sino más bien inclinado como un portaplumas y sin ejercer presión alguna con él. Hay que tener cuidado de no depositar los pinceles en el borde de un vaso o de un platillo de modo que pueda doblárseles la punta. Para guardarlos, pueden colocarse en un vaso con la punta hacia arriba. No debe pasarse el pincel sobre la pintura sino cuando está limpio y jamás deben hacerse mezclas sobre la pastilla de pintura, sino en un platillo especial.
Antes de pintar, la superficie del papel debe humedecerse con el pincel o con una esponja, para impedir que se formen cercos de pintura. Después se aplica el color de acuarela correctamente mezclado, empezando por la parte superior y dando pinceladas sobre la superficie del papel hacia abajo, dejando que corra el color hacia la parte inferior con velocidad uniforme y procurando impedir que queden sitios en que, por descuido, se seque la pintura, dando lugar a manchas. La pintura que sobre en la parte inferior se quita con un pincel casi seco.

Condición principal: limpieza

El lema fundamental en el trabajo del dibujante debe ser el siguiente: *limpieza*. Una plumilla que se deja con costra acaba por oxidarse y pierde la necesaria finura para el dibujo; los pinceles que se dejan secar sin limpiar pierden su forma, lo mismo que las pinturas sucias su luminosidad. Por esto hay que limpiar todos los instrumentos inmediatamente después de su uso.
Las plumillas se mojan en agua, se sacuden en el aire y se limpian a fondo con un trapito después de haber quitado la sobrepluma o el dispositivo de ajuste. Los pinceles se lavan igualmente con agua limpia y se aclaran a fondo bajo el chorro de un grifo. Si están fuertemente impregnados de pintura, se enjabonan después bien con jabón ordinario o con jabón blando de potasa, se empapan bien, haciendo espuma en la palma de la mano, y se enjuagan finalmente hasta que la espuma no muestre coloración alguna.

3.4. El estuche de dibujo

El conjunto de instrumentos más importante para el dibujante técnico es el contenido en el estuche de dibujo. Un buen estuche de dibujo no es barato precisamente, pero su uso debe durar varias décadas. Para un profano y para el principiante resulta a veces difícil escoger de entre los estuches ofrecidos en el comercio uno que sea de verdadera calidad. No es la cantidad de piezas que contenga el estuche lo que debe influir en la elección, sino la calidad de las mismas (estabilidad y precisión). **F 3.26**
En un estuche de dibujo deben estar contenidos:
1 gran compás de piezas provisto de pieza portaminas y de tiralíneas.
1 pieza alargadera para el trazado de circunferencias de gran radio.
1 compás de puntas provisto de dos puntas de acero.

1 compás de pelo o divisor provisto de un husillo roscado.
1 compás de bomba.
1 cartucho para minas de lápiz y puntas de reserva.
1 destornillador.
El material debería ser de latón (cromado) o de plata meneses.

El uso del compás

Para el dibujo de circunferencias y de arcos de circunferencia se emplea el *compás de piezas* con punta y tiralíneas cambiables y con alargadera. La articulación de la cabeza del compás debe ser movible, con movimiento regular y suave, pero tiene que poderse mantener, a pesar de ello, fija en cada posición que se le dé. Tiene que poderse graduar y engrasar. Los buenos compases
F 3.27 están dispuestos para que el mango del mismo quede en posición vertical y
F 3.28 dirigido hacia arriba para cualquier abertura que se dé a los brazos.
Como punta para compás hay una que debe preferirse a las corrientes en forma de aguja, por tener punta muy fina y un retallo que hace de tope impidiendo que penetre más de 1 mm en el papel, mientras que las citadas de forma cónica y lisa se van metiendo en el papel cuando se insiste reiteradamente con el compás sobre el mismo centro, corriéndose dentro del orificio hecho y dando como resultado un dibujo poco exacto.

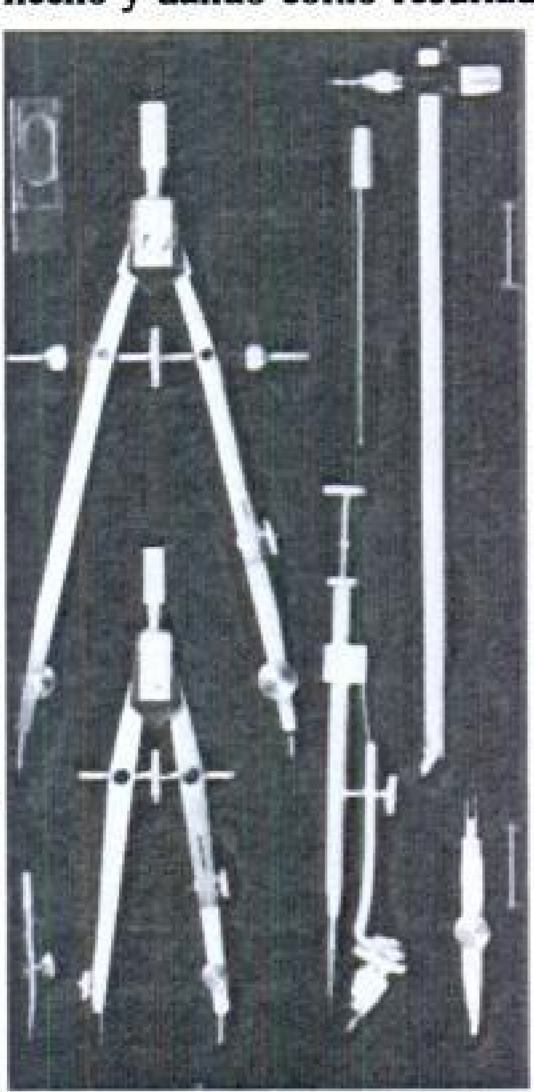


Fig. 3.26 El contenido de un buen estuche de dibujo debe estar inteligentemente compuesto



Fig. 3.27 Compás de piezas con diversos accesorios

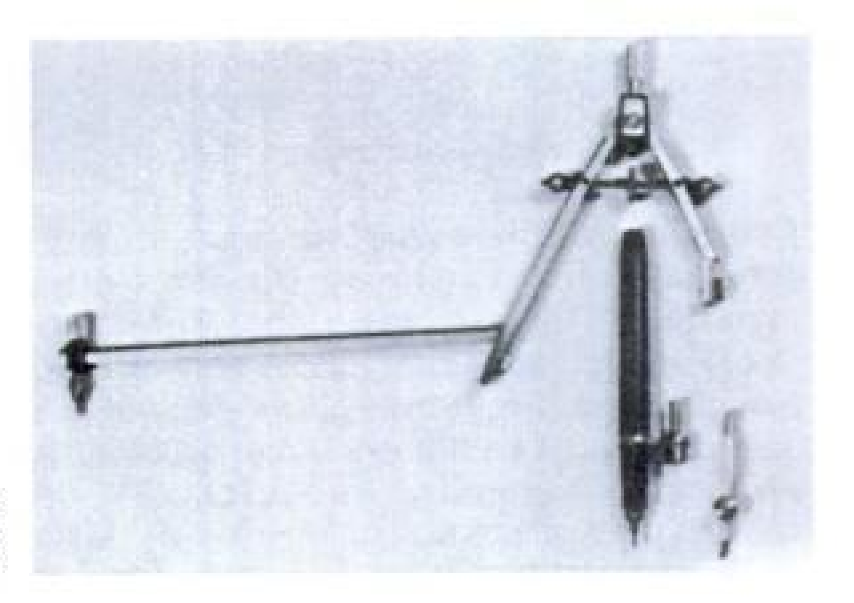


Fig. 3.28 Compás de piezas con ajuste de precisión, alargadera y accesorios para incorporación de portaplumas-fuente



Fig. 3.31 Las circunferencias pequeñas se dibujan con la bigotera o con el compás de bomba

F 3.31 En el *compás de bomba,* dotado indistintamente de portalápices o de tiralíneas, la aguja permanece fija durante el trazado de la circunferencia, mientras que el brazo trazador gira alrededor de ella. Este compás gradúa su abertura mediante un tornillo y sirve para trazar circunferencias muy pequeñas, haciendo que el brazo giratorio dé vueltas, mediante una pequeña presión, alrededor del brazo fijo.

Tiene el inconveniente de que el dispositivo giratorio adquiere fácilmente un cierto juego, que hace impreciso su trabajo, resultando las circunferencias deformadas, por lo cual es preferible a este compás el anteriormente citado de pelo cuando va dispuesto para el empleo del portalápiz y del tiralíneas *.

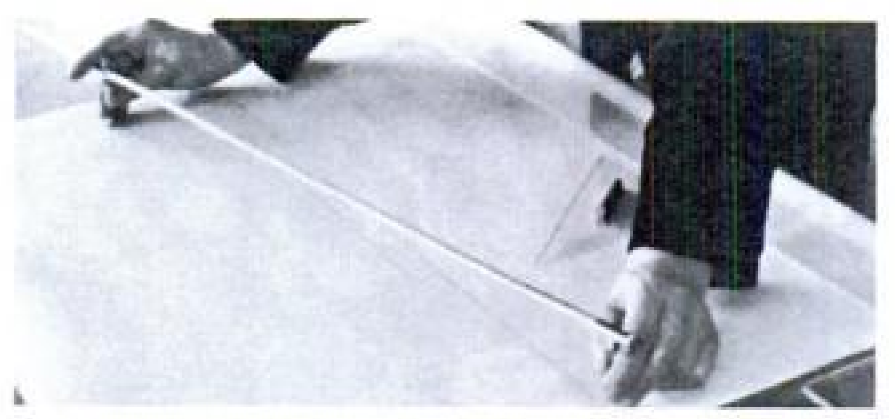


Fig. 3.32 Los arcos de circunferencia de gran radio se trazan con el compás de vara

F 3.32 *El compás de vara* se emplea en el caso de circunferencias de gran diámetro, cuando no basta el de piezas con su pieza alargadera. La vara puede ser de madera o metálica; tiene sección rectangular, poligonal, en forma de T o en forma de tubo, y lleva una acanaladura de guía y una división en milímetros. Sobre la vara o regla se deslizan dos correderas, que pueden fijarse en posición por medio de tornillos de presión. Una de estas piezas lleva una punta que se

* *Nota del traductor.* Estos compases para trazado de circunferencias pequeñas reciben frecuentemente el nombre de *bigoteras,* aunque algunos reservan esta denominación para el pequeño compás expresamente construido para trazado de lápiz o para el de tinta, es decir, cuando en uno y otro caso forma el portalápiz o el tiralíneas una sola pieza con el respectivo portaaguja.

clava en el centro del arco a trazar, y la otra, provista de portalápices o de tiralíneas, es la que describe la circunferencia. A veces la cápsula de la corredera va provista de un tornillo micrométrico de ajuste.

Conservación del estuche de dibujo

«Tal amo, tal criado», puede decirse también refiriéndonos al estuche de dibujo y a su propietario. Del estado de los instrumentos de dibujo, se pasa fácilmente a formar juicio sobre el dibujante y el cuidado con que puede ejecutar sus trabajos. Una herramienta bien cuidada asegura un trabajo limpio y rápido. Por esta razón deben tratarse con cuidado todas las piezas de la caja de dibujo; especialmente hay que limpiar a fondo el tiralíneas con un trapo de lino después del uso y aceitar las partes móviles de vez en cuando. Eliminar del estuche los restos de goma que pudieran haber ido a parar allí, porque el azufre contenido en la goma ataca las partes metálicas y les da pronto un aspecto feo y desaliñado.

3.5. Los tableros de dibujo

Los tableros son los soportes del pliego de papel y sirven al mismo tiempo de guía a la *regla de T o de muletilla.* Están formados de madera de tilo, de arce o de álamo, sin junturas y sin nudos y tienen que ser completamente planos. En un tablero alabeado la hoja de papel queda en hueco, el compás produce en ella orificios demasiados grandes y el dibujo resulta poco exacto. El tamaño del tablero se relaciona con los formatos del papel. El tablero tiene que apoyar firmemente y no debe bailar. Si se trabaja con regla de T, el canto izquierdo del tablero, a lo largo del cual resbala la regla, tendrá que estar bien liso y recto y lo mejor será disponer, encolado en este lado del tablero, un largo listón de madera dura.
A los tableros de dibujo debe proveérseles de una capa protectora. Los dibujos tensados sobre la madera en bruto darían trazos inseguros sobre el veteado de la madera (especialmente en el caso de dibujos a lápiz); además de esto el tablero se inutilizaría pronto a fuerza de estrías y agujeros.
La más sencilla capa protectora es la constituida por *cartulina fuerte para dibujo* que se recambia al cabo de algún tiempo. Es mejor, sin embargo, el empleo de *láminas de material sintético* [1] de color verde suave que son muy duraderas y se pueden limpiar fácilmente con agua y un detergente cualquiera para eliminar las manchas de tinta china o de grafito.
Además dibujando con lápiz se obtienen, mediante su uso, trazos *como si fueran de tinta china.*
Los problemas del recubrimiento de la superficie de dibujo de los tableros no existe en las prácticas placas de dibujo constituidas de material sintético y equipadas con buenos dispositivos de fijación o que estén además provistas de elementos magnéticos de sujeción. Estas placas magnéticas permiten además exponer sobre ellas con película magnética,[2] por ejemplo, planos de construcción, decoración de interiores, etc. Por lo general se suministran este tipo de placas para dibujo rápido hasta el tamaño DIN A2. F 3.33 F 3.34

1. Marca acreditada, por ejemplo: Circolon.

2. Marca de fábrica acreditada: «Ferrofol» (de la casa Hebel).

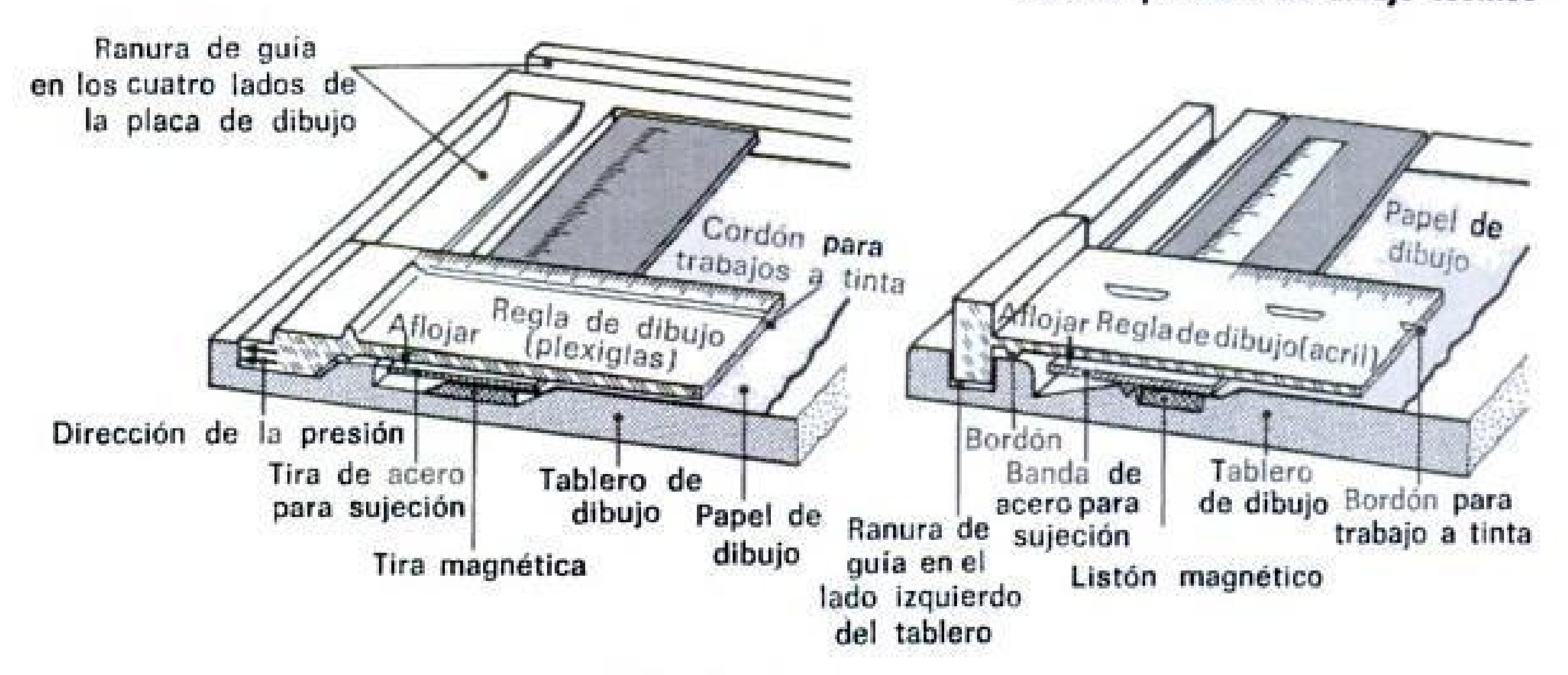


Fig. 3.33 Placa de dibujo rápido (casa Hebel) con principio de adaptación interior de escuadra especial (DIN A4 y DIN A3)

Fig. 3.34 Placa de dibujo rápido (casa Marabú) con ranura lateral de guía para la escuadra especial

3.6. Regla de T y cartabones

Para dibujar rectas horizontales, y como guía para la escuadra o el cartabón, se usa la regla de ⊤ o de muletilla. Consta de la cabeza de la ⊤ y de la regla propiamente dicha. Está hecha de madera dura (peral o caoba con canto de ébano) y tiene una longitud igual al menos a la del tablero. La cabeza, o travesaño, tie-
F 3.35 ne que estar encolada o atornillada a la regla, pero no debe estar ensamblada
F 3.36 a ésta con su cara superior en el mismo plano que ella, con objeto de que la
F 3.37 escuadra o el cartabón puedan correr por encima hacia la izquierda.



Fig. 3.35 Moderna regla de T o de muletilla fabricada en material acrílico

Fig. 3.36 El cartabón tiene que poder delizarse sobre la muletilla de la regla a partir de la cabeza o travesaño

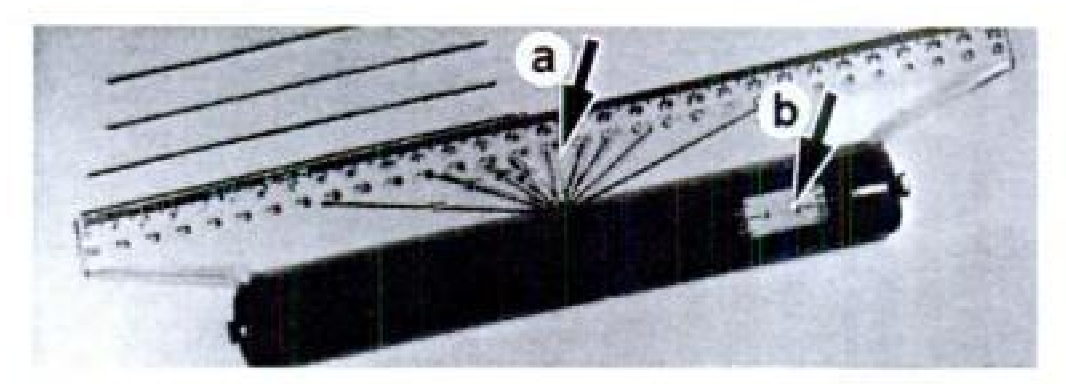


Fig. 3.42 Rodillo para paralelas con transportador de ángulos (a) y escala milimétrica para trazado regular de los rayados

Para dibujar se utilizan frecuentemente escuadras y cartabones con ángulos de 30, 45, 60 y 90º, con lados de longitudes diversas. Hay cartabones de ángulos variables con y sin graduación y de madera o de material sintético, pudiéndose
F 3.41 disponer para cualquier abertura angular que puede quedar fija mediante una palanquita o un tornillo.

Mediante cartabones especiales pueden frecuentemente simplificarse procesos de dibujo que se presenten reiteradamente.

Para trazar líneas paralelas existen dispositivos especiales que facilitan la ope-
F 3.42 ración (rodillo para paralelas).

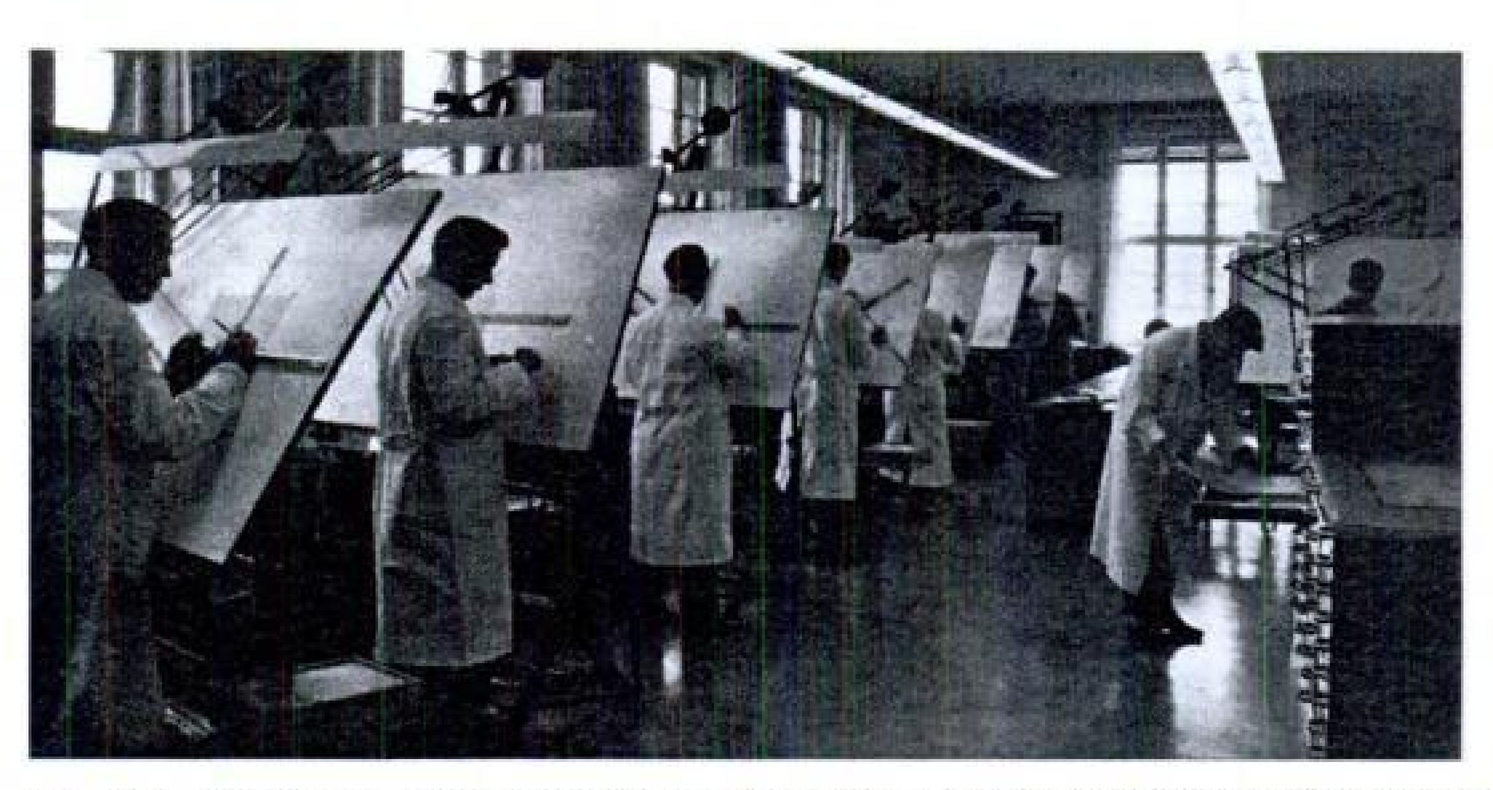


Fig. 3.43 Vista de una oficina de proyectos. Las mesas provistas de máquinas para dibujar facilitan de modo muy notable el trabajo de delineación

3.7. Máquinas para dibujar y pequeñas instalaciones de dibujo

Una mala postura en el trabajo exige un gasto inútil de fuerzas, agota demasiado pronto la reserva de energías y pone así un límite prematuro al rendimiento. La mesa de trabajo proporciona un ahorro de energías cuando cumple las siguientes condiciones: Su armazón tiene que tener estabilidad, sin ser demasiado pesada; ha de brindar un apoyo seguro al tablero, y poseer un dispositivo para variar la posición de la superficie del dibujo de modo que el tablero se pueda poner con comodidad horizontal o vertical y situarse a distintas alturas, para que el dibujante pueda, a voluntad, trabajar sentado o de pie.

En las salas de dibujo se usan dos tipos distintos de mesas: F 3.43
1. *Mesas de dibujo con conducción paralela de la regla.*
La regla cubre toda la longitud del tablero y se mueve en altura paralelamente a sí misma. Esto se consigue por medio de ruedas y cadenas articuladas, o por medio de cables. En este tipo de mesas se pueden trazar líneas en sentido longitudinal, sin interrupción, a lo largo de todo el tablero.
Para trazar las rectas verticales o las inclinadas se emplean cartabones o escuadras.
2. *Mesas de dibujo con máquinas para dibujar.*
La cabeza del aparato se puede trasladar a voluntad sobre el tablero de dibujo mediante un sistema de dos paralelogramos.

El cabezal para dibujar

La regla de T, los cartabones, la escala y el transportador quedan reemplazados en la máquina para dibujar por el cabezal, que queda unido a un soporte regulable por intermedio de un sistema de palancas en doble paralelogramo, provistas de articulaciones con el menor juego posible, y que puede desplazarse, equilibrada por un contrapeso o por el tiro de resortes adecuados, sobre toda la superficie del dibujo, llevando dos reglas con escala para dibujar rectas horizontales y verticales. Estas reglas son recambiables, pudiéndose sustituir fácilmente, sin más que actuar sobre unos tornillos de presión, por otras reglas que llevan otra graduación con escala de aumento y de disminución o por reglas para dibujar con tiralíneas con cantos de Zellon, sin graduación y algo levantadas con respecto al dibujo.
Antes de empezar a dibujar, hay que disponer los cantos de las reglas formando entre sí un ángulo de 90º.
Con este objeto llevan en los extremos sujeciones con dos tornillos. Los dos cantos de cada regla pueden ser perfectamente rectos, pero no ser en cambio paralelos entre sí. Por esta causa se ajusta cada sujeción con respecto a un solo canto de la regla. Para las líneas horizontales se emplea el canto superior de la regla horizontal, y para las verticales, el canto izquierdo de la regla vertical. Para comprobación de la correcta perpendicularidad de los cantos útiles se traza a lo largo de la regla correspondiente una horizontal. Se gira ahora 90º el cabezal y se comprueba la coincidencia de la línea trazada con el canto de la que era antes regla vertical, corrigiéndose en caso necesario la posición de la regla F 3.44
mediante los tornillos de su pieza de sujeción.

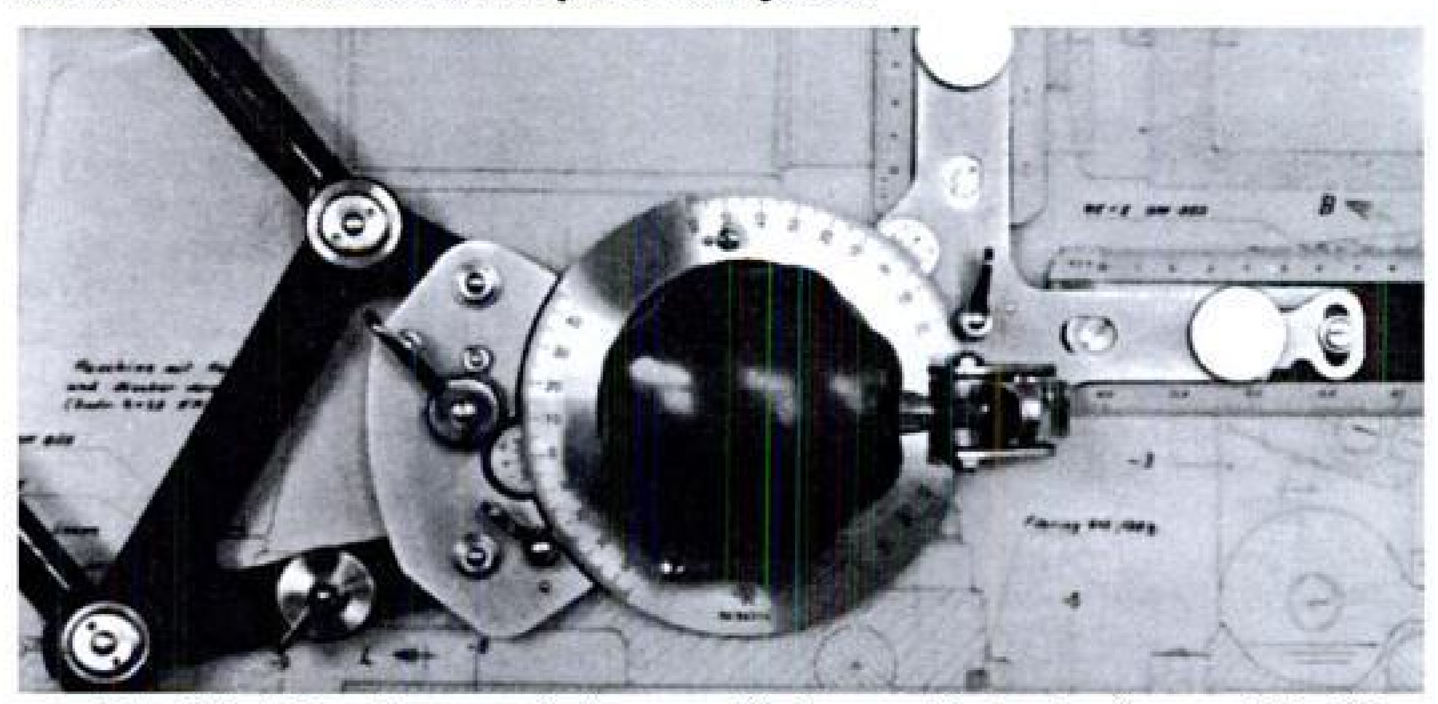


Fig. 3.44 Cabezal de una máquina para dibujar, con limbo de origen variable. El cabezal reemplaza a la regla de T, a los cartabones y al transportador



Fig. 3.46 Trabajo con un pequeño equipo para dibujo (casa Hebel)

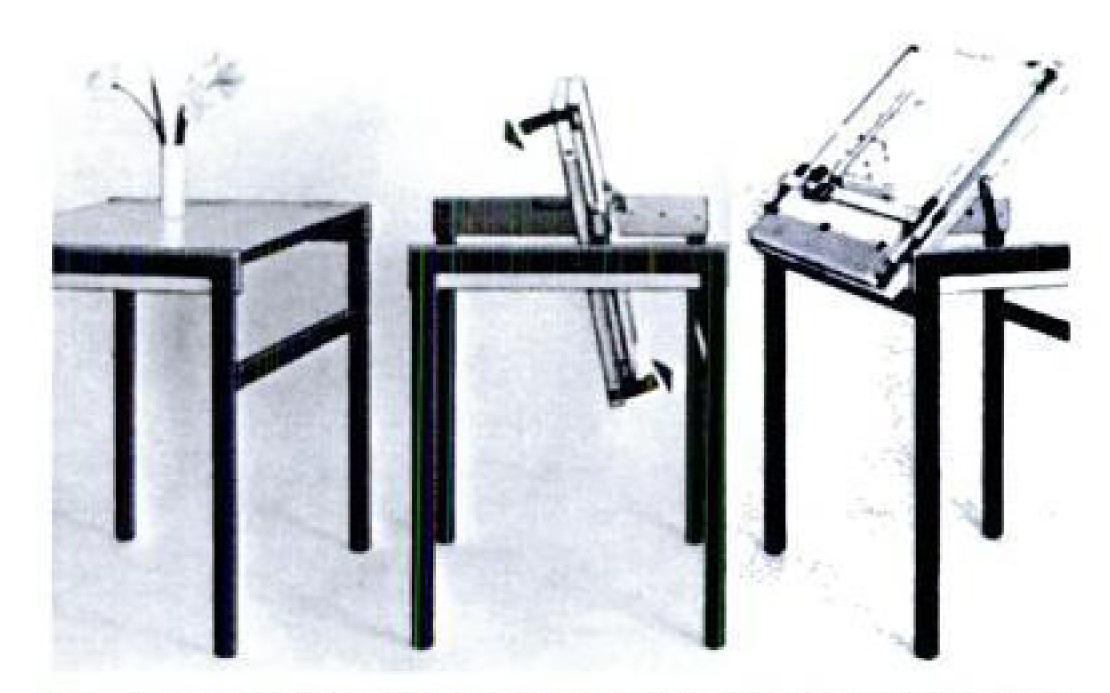


Fig. 3.47 Mesa de dibujo basculante (casa Hebel). A la izquierda aparece como mesa corriente de escribir y a la derecha con un giro de 180° en el tablero de la mesa queda convertida en máquina para dibujar.

trucción, en escuelas o como equipo para trabajar en su casa los arquitectos y técnicos. Son equipos muy manejables y pueden también servir como mesas-escritorio. F 3.47

Mesas para calcar

Cuando hay que copiar dibujos multiformes y complicados, pequeñas figuras, diagramas, etc., sobre papel opaco que deja sólo de modo limitado pasar la luz, supone una gran ventaja el poder hacer un calco poniendo las dos hojas de papel, una sobre la otra, «contra la luz». Esta posibilidad se aprovecha en las mesas o pupitres para calcar, mediante una adecuada disposición de la fuente luminosa y del plano del dibujo, empleando un cristal mate e iluminación eléctrica. Estas mesas son también adecuadas para dibujar y escribir sobre moldes de cera. Las lámparas de incandescencia tienen que estar repartidas de tal modo que la placa de vidrio resulte iluminada por igual. Las grandes mesas tienen conexiones en serie con objeto de poder dar una iluminación parcial o localizada para los formatos pequeños. Mediante aberturas en la caja de madera, se procura una suficiente refrigeración de la placa de vidrio. F 3.48



3.8. Medios auxiliares para el dibujo

F 3.49 Muchos procesos de dibujo resultarían poco precisos o exigirían mucho tiempo si no fuera por las *plantillas*.

Reglas para curvas

Las reglas para curvas sirven para dibujar líneas no circulares, pero sí curvas. Son generalmente de materiales sintéticos y constituyen generalmente juegos
F 3.50 de tres piezas de diferente tamaño. En Arquitectura Naval y en Ferrocarriles se emplean reglas para curvas especiales.
Hay también reglas para curvas (plantillas) hechas de material sintético flexible, que pueden adoptar cualquier curvatura deseada y que se manejan haciendo que con los dedos de la mano izquierda se vayan adaptando y queden
F 3.51 fijas en la posición conveniente para cada caso.
Las plantillas deberían ser de materiales sintéticos de claridad vítrea o con ligeras tonalidades. Para dibujar con tinta china son más adecuadas las plantillas con los bordes fresados que las que por medio de pequeñas «prominencias» estampadas en su superficie procuran que quede una rendija entre el pa-
F 3.52 pel y la plantilla.
Son *plantillas para dibujo* frecuentemente empleadas las que nos facilitan el trazado de tornillos, roblones, radios, redondeamientos, signos superficiales, signos de conexiones y otros símbolos. Las *plantillas para rotular* contienen las letras y cifras normalizadas, fraccionadas en partes a base de las cuales pue-
F 3.53 da componerse el rótulo a ejecutar. La plantilla se conduce sobre el dibujo
F 3.54 guiada sobre la regla de muletilla o sobre la regla en general.

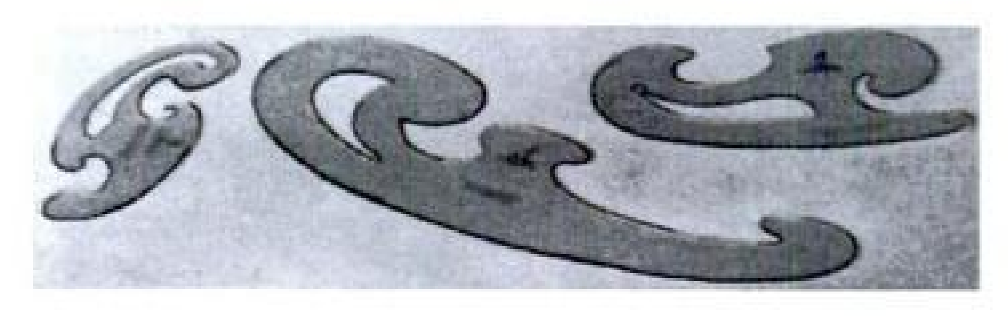


Fig. 3.49 Plantillas fijas para trazar las curvas más corrientes

4. La escritura y las líneas para el dibujo

Un dibujo consta de líneas que, combinadas entre sí, nos dan la imagen del cuerpo que se quiere representar y su rotulación. La rotulación da indicaciones importantes para la confección de la pieza: cotas, estado superficial, material, denominación de la pieza dibujada, etc. La rotulación puede ir en el cajetín llamado de rotulación, en la cabecera del dibujo y en la lista de piezas.

Un dibujo se rotula fundamentalmente sólo con la escritura normalizada por DIN 16.

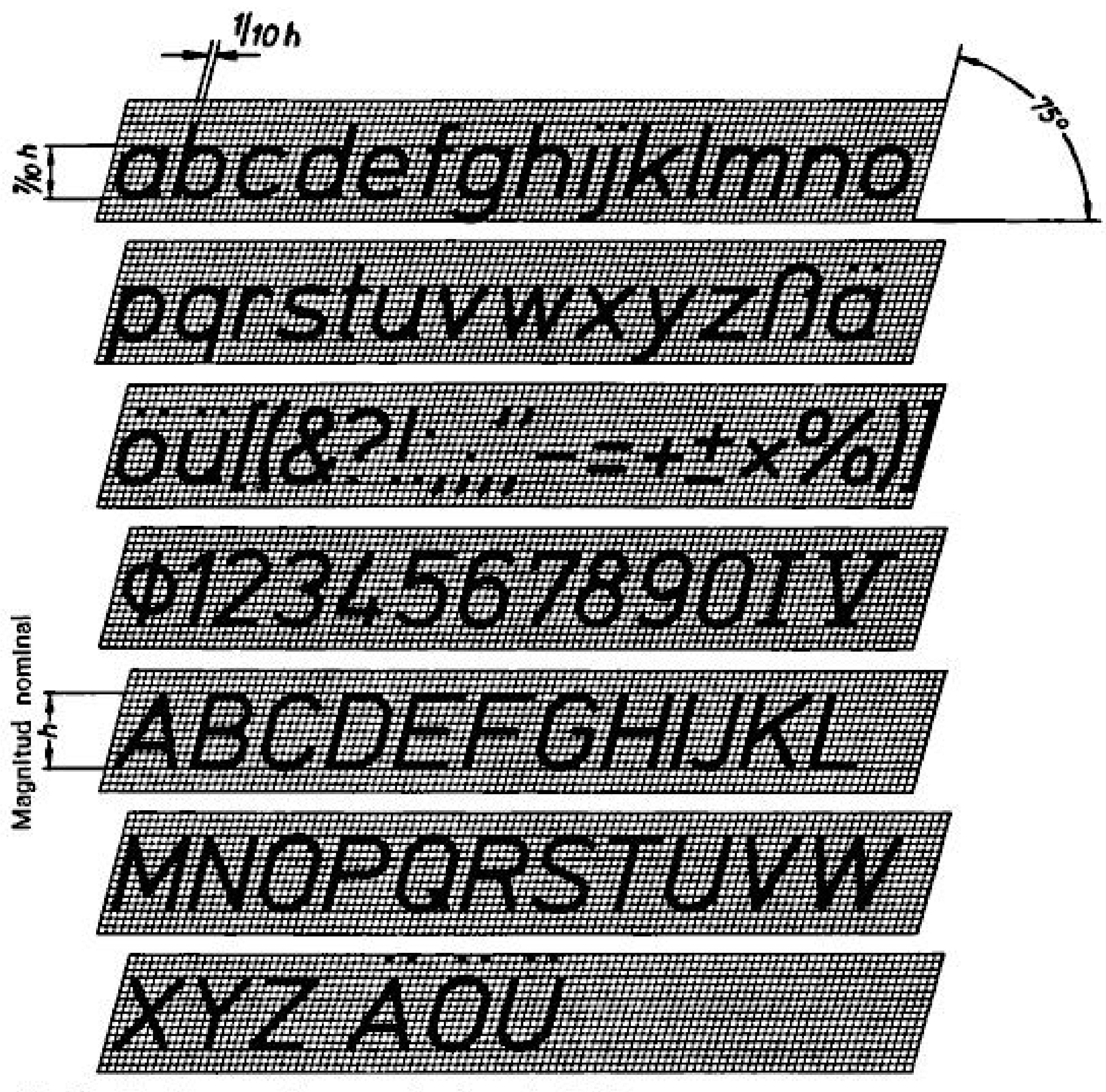


Fig. 4.1 Escritura cursiva normalizada según DIN 16

αA	βB	γΓ	δΔ	εE	ζZ	ηH	ϑΘ	ιI	κK	λΛ	μM
Alfa	Beta	Gamma	Delta	Epsilon	Zeta	Eta	Teta	Iota	Kappa	Lambda	My
νN	ξΞ	oO	πΠ	ρP	σΣ	τT	υϒ	φΦ	χX	ψΨ	ωΩ
Ny	Xi	Omicron	Pi	Ro	Sigma	Tau	Upsilon	Fi	Ji	Psi	Omega

Fig. 4.2 Abecedario griego para empleo en dibujos técnicos (DIN 1453)

4.1. Escritura cursiva según DIN 16

La rotulación ayuda de modo decisivo a la claridad y belleza del dibujo. Un dibujo puede, por estar mal rotulado, perder su buen aspecto, su claridad e incluso su utilidad, mientras que otro peor logrado puede en cambio «salvarse» todavía mediante una rotulación correcta.
Se dice que lo primero en que se hace notar un buen delineante es en su escritura al rotular.
De las muchas posibilidades que existen para la rotulación, con sus variadas
F 4.1 redondeces y adornos, la hoja DIN 16 establece las dimensiones de la *letra*
F 4.2 *cursiva* (letra de molde inclinada) como la más adecuada por su sencillez, variedad de forma, facilidad de lectura y belleza, así como por ser sus caracteres latinos internacionalmente conocidos. Como escritura eminentemente práctica que es, se adapta muy bien al espíritu de lo que debe ser la máquina y la técnica.
La escritura no puede realizarse con una altura arbitraria de letras, ésta depende del espesor del trazo. Según DIN se han fijado los siguientes tamaños de escritura.

h = 1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20 mm
grosor de trazo = 0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0 mm

¡Deben preferirse los valores comprendidos en la zona gris!

1. **Oblicuidad = 75°.**
2. **¡Emplear los tamaños preferentes!**
3. **Espesores del trazo = 1/10 h.**
4. **Distancia mínima entre letras = 2/10 h.**

F 4.3 En los libros de dibujo antiguos se encuentra todavía para grosor del trazo el valor 1/7 h y otros tamaños de escritura que los arriba expuestos. Desde enero de 1968 es válida la serie 1, DIN 16, hoja 1 que es la que hemos descrito quedando la escritura «antigua» para ser utilizada durante un tiempo de transición con objeto de que puedan usarse todavía los instrumentos de escritura existentes.



Fig. 4.3 Medidas principales que hay que tener en cuenta para la escritura cursiva DIN 16

La gente se debe ir acostumbrando a la «nueva forma» de escritura. Cuando el dibujante ha rotulado con limpieza observando las indicaciones importantes de la norma, el dibujo no solamente tiene buen aspecto, sino que resulta además apropiado para la *microfotografía.*[1]

Para escribir se emplean, a veces, plantillas. Las letras estampadas se siguen en ellas con plumillas de tubo. F 4.4

Las plantillas apropiadas para la escritura DIN 16, seric 1 van provistas del signo *m* o señaladas con la palabra *Mikronorm.*

Además tienen colores simbólicos que corresponden al grosor de trazo de las plumillas con que se debe escribir. F 4.5

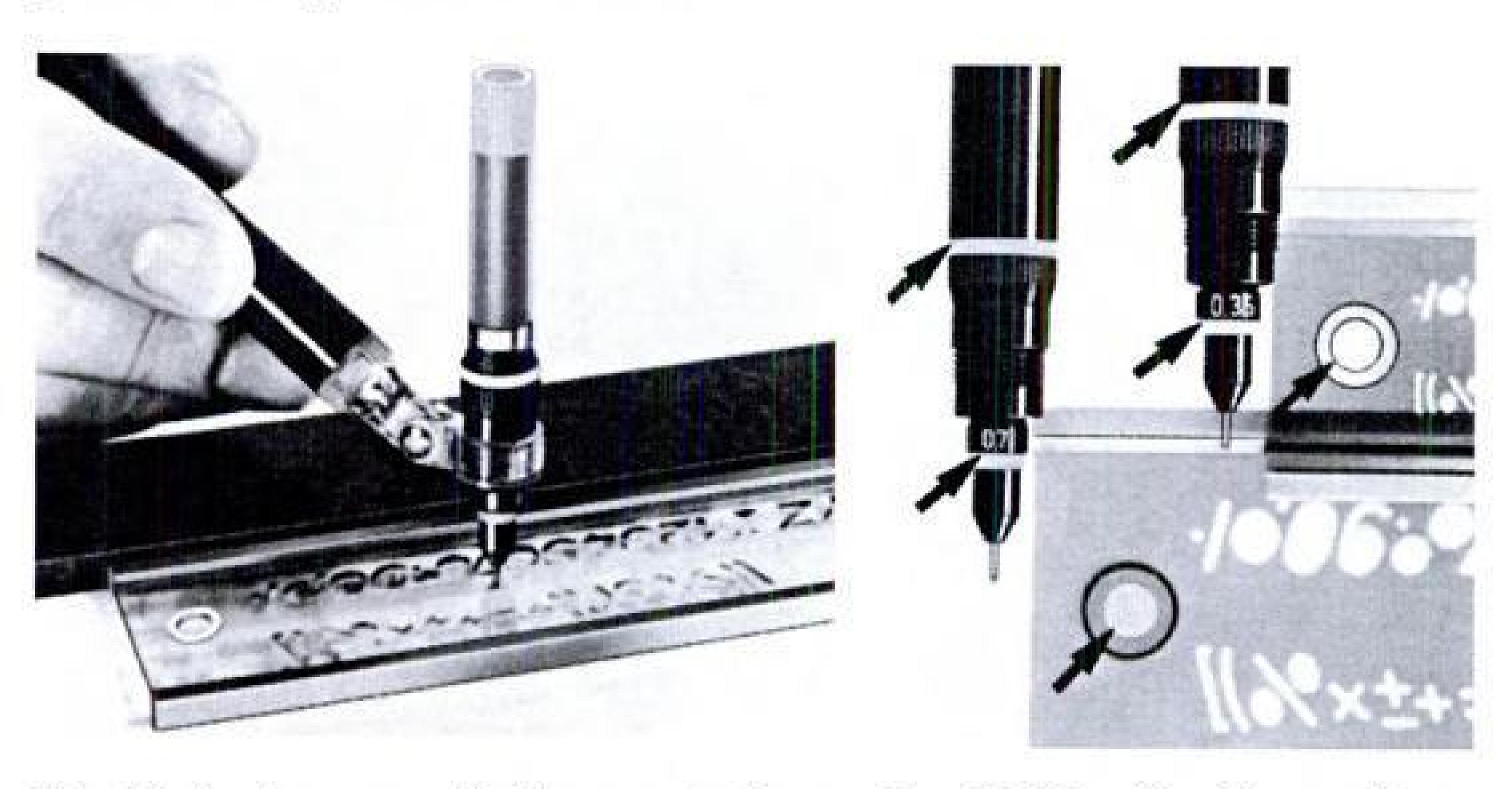


Fig. 4.4 Escritura con plantilla y portaplumas. Los anillos claros del portaplumas-fuente y los de la plantilla tienen el mismo color para evitar errores

Fig. 4.5 El anillo del portaplumas-fuente coincide con el de la plantilla a emplear

Grosor de trazo	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
Color característico	rojo	blanco	amarillo	pardo	azul	naranja	verde	gris claro

Aun cuando el dibujante escriba accidentalmente con plantilla (cosa que ha de saber hacer también) habitualmente debe escribir *a mano alzada.* En este caso la letra ha de parecer también normalizada «como si estuviera impresa».

La buena escritura se consigue a fuerza de práctica

Con una *postura* incómoda se escribe mal, y sentado se escribe mejor que en pie. El tablero de dibujo y el asiento deben guardar entre sí la relación de alturas y la distancia convenientes. Cuando se tienen ambos pies en el suelo y los codos cómodamente sobre el tablero, el torso no debe estar sino ligeramente inclinado hacia adelante. La distancia entre los ojos y la pluma debe ser de unos 30 cm. La *luz* debe incidir de la izquierda, con objeto de que no se produzcan sombras sobre la superficie en que se escribe.

---

1. Véase capítulo 21.

Hay que prestar atención a que la superficie de la escritura esté ante el cuerpo. La mano escribe así aproximadamente desde el eje del cuerpo hacia la derecha. De este modo consigue uno hacer menos movimientos con el cuerpo, ejercer menos esfuerzo y conducir fácilmente la pluma con la mano. Ésta debe apoyarse ligeramente sobre las puntas de los dedos anular y meñique. El instrumento con que se escribe debe tener su centro de gravedad en el sitio preciso.

Incluso el *respirar* influye en la escritura. Se escribe más fácilmente, por más tiempo y mejor cuando la respiración es tranquila y buena. Si el cuerpo está encogido o acurrucado, faltará la respiración abdominal; si el dibujante está abalanzado, con el pecho sobre el tablero, se dificulta la respiración pectoral. La respiración floja ocasiona una falta de oxígeno y produce fatiga prematura. El ritmo uniforme de respiración se refleja perfectamente en la escritura.

Después de 30 a 40 minutos de estar escribiendo, hay que intercalar una pausa en el trabajo, levantarse, estirarse y respirar profundamente. El cansancio produce un empeoramiento de la escritura y disminuye la facultad de pensar: se gasta uno y se producen equivocaciones.

Debe uno ejercitarse tanto con tinta china como con lápiz. — La punta del lápiz debe ser cónica pero no demasiado puntiaguda. Dureza según sea el papel: 2B o HB.

Hay que prestar atención a escribir todas las formas con una limpieza igual, para evitarse el trabajo de posteriores correcciones. Las letras deben fluir de la pluma en trazos regulares y reposados.

Con instrumentos sucios no puede trabajarse. ¡Hay que limpiar los instrumentos de escribir a tinta con regularidad! ¡Hay que ensayar previamente en una hoja-borrador la pluma o el lápiz! ¡Hay que mantener la punta del lápiz siempre con conicidad uniforme! —Para obtener esto se hace girar el lápiz.

En el reverso de la hoja 3 de DIN 16 hay una cuadrícula auxiliar que se puede utilizar colocándola debajo del papel transparente sobre el cual se escriba.

Primeramente hay que ensayarse con las letras

Para ensayarse lo mejor es emplear las hojas de ejercicios de la carpeta de trabajo (hojas 3 y 4).[1]

Ya al estudiar este tipo de escritura se observa la ventaja de que los signos alfabéticos se compongan únicamente de elementos geométricos fundamentales sencillos: líneas rectas y arcos de circunferencia, que se convierten, en virtud de la oblicuidad de la letra, en arcos de elipse. El disco redondo de la pluma da trazos firmes y regulares, que quedan redondeados en ambos extremos.

Los ejercicios deben comenzarse partiendo de los signos que se componen
F 4.6 únicamente de trazos rectos. Estos signos son las letras mayúsculas *I, L, T, H, F, E,* y las cifras romanas *I, II, III.* Todas las partes verticales de estos signos van inclinadas 75° y los trazos transversales son horizontales. Las letras *L* y *T* deben ser más estrechas a causa de su gran superficie libre.

Del mismo modo la *F* y la *E* tienen que ser también estrechas, ya que sus líneas horizontales se juntan por efecto óptico, dando lugar a una mancha negra. Las cifras romanas pueden escribirse también sin pies.

---

1. Carpeta de trabajo «Dibujo Técnico I», Construcciones Geométricas Fundamentales. Editorial Westermann. Número de pedido: 201545; hojas 3 y 4.

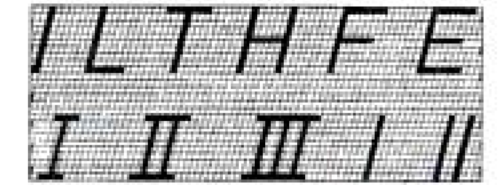


Fig. 4.6 Signos que se componen exclusivamente de rectas horizontales e inclinadas a 75°

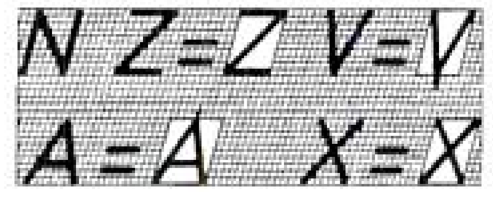


Fig. 4.7 Letras mayúsculas con trazos rectos fuertemente inclinados...



Fig. 4.8 ...y con trazos cortos de rectas inclinadas

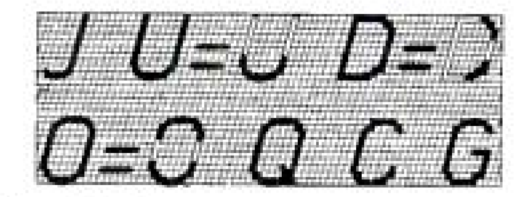


Fig. 4.9 Letras mayúsculas con redondeces achatadas...

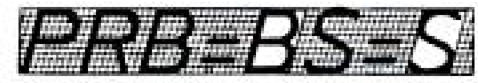


Fig. 4.10 ...y con partes fuertemente curvadas

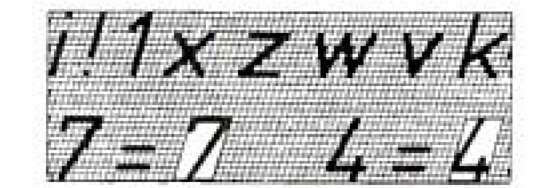


Fig. 4.11 Letras minúsculas y cifras a base de trazos rectos

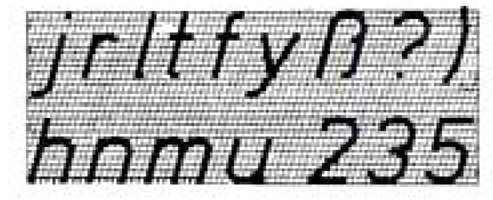


Fig. 4.12 Letras minúsculas y signos con trazos rectos y curvos, y con salientes superiores e inferiores

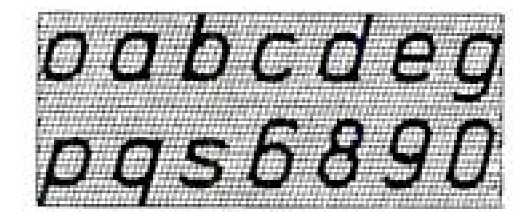


Fig. 4.13 Letras minúsculas y cifras que se derivan de la O

Cuando se haya adquirido habilidad suficiente en el trazado de estos primeros signos, que habitúan al rasgo inclinado de esta escritura, se pasa al siguiente escalón en el orden de dificultad, que consiste en escribir las letras mayúsculas y los números romanos que llevan trazos de recta de gran inclinación: *N, Z, V, A, X*. En la *N*, la *Z* y la *X* los trazos de gran oblicuidad son diagonales del paralelogramo, dos de cuyos lados están a 75° de inclinación, mientras que los trazos inclinados de la *V* y la *A* se obtienen uniendo ángulos de ese paralelogramo con el punto medio del lado horizontal opuesto. Estos trazos tienen, pues, menos inclinación, de modo que los que van de la parte superior izquierda a la inferior derecha aparecen casi verticales en virtud de la inclinación de la letra a 75°. **F 4.7**

El siguiente grupo de letras, *K, Y, M, W*, contiene trazos inclinados cortos. Las líneas laterales de la *M* guardan la inclinación de 75°. La *W* está compuesta por dos *V* estrechas. **F 4.8**

Vienen a continuación las letras mayúsculas con partes arqueadas: *J, U, D, O, Q, C, G* y después *P, R, B* y *S*. La *O* no es una elipse, sino que está formada de dos trazos de arco. La *Q*, la *C* y la *G* se forman partiendo de la *O*. **F 4.9**

Las *P, R* y *B* contienen también trozos cortos, horizontales de recta. En la *B*, el arco inferior se hace algo más abombado que el de arriba, para evitar la impresión de que la letra vaya a caerse. La *S* está formada exclusivamente por trozos arqueados, de los cuales el inferior se hace, por idéntico motivo, algo más grande. **F 4.10**

5. La ejecución de un dibujo

5.1. Determinación y distribución de la zona de dibujo

Primeras consideraciones

Un dibujo de taller debe ser correcto, claro, completo y fácilmente legible. Se consigue esto cuando las figuras y cotas están claramente ordenadas y dibujadas con pulcritud. Se deben emplear los medios más sencillos para conseguir que las cosas principales aparezcan claramente visibles y que resalten a la vista sin que se vean estorbadas por los detalles accesorios.
De la misma manera que el idioma exige un atento cuidado y que una conferencia o disertación necesitan ser bellas en su fondo y en su forma para que nos hagan impresión, así también el dibujo de taller, como idioma que es del técnico, exige fuerza expresiva y belleza. Por su presentación se juzgará al fabricante («La cosa se ve con la imaginación tal como la vemos en el dibujo»).
La magnitud de la escala, la relación que guarden entre sí las superficies dibujadas y las superficies libres, el grosor de los trazos, las cotas, la anchura del margen, la rotulación, en fin, todo, en conjunto, debe producir buena impresión a la vista.
Antes de comenzar un dibujo hay que tener una idea formada sobre el número de vistas, secciones y demás dibujos parciales que se van a trazar y sobre cuáles de éstos es preferible escoger para mejor determinar, en todos los detalles, la pieza que se trata de representar. Del mismo modo hay que decidir también en cuántos pliegos —en posición vertical o apaisada— se piensa distribuir la totalidad del trabajo.

Las piezas deben dibujarse, a ser posible, en su posición de uso o de trabajo!

Determinación de la escala (DIN 823)

Una vez sopesados los pros y los contras de todas las posibilidades, se determinan las escalas a emplear.
Todos los objetos deben dibujarse a escala, es decir, de tal modo que guarden una determinada relación con su verdadero tamaño. Ahora bien, para sus medidas, lo verdaderamente importante y decisivo no son las magnitudes dibujadas, *sino las cifras de cota que se hayan consignado.*
Las *escalas de los dibujos* están normalizadas por medio de DIN 823.
Cuando se representan cosas a tamaño natural, la escala se designa por 1 : 1. Para reducciones se dispone de las escalas 1 : 2,5; 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500 y 1 : 1000. En los dibujos se pone delante de estas relaciones una *E* (Escala). La primera cifra después de la *E* se refiere a las medidas del dibujo y la segunda a las del objeto dibujado.
La escala 1 : 2,5 significa que la pieza es en realidad 2,5 veces mayor que sobre el dibujo. Si se quiere, pues, trasladar al dibujo una longitud real de, por ejemplo, 100 mm, hace uno el siguiente cálculo: 100 dividido por 2,5=40; o también 100 dividido por 25/10 o sea, 100 multiplicado por 10/25, o 100 multiplicado por 10 y por 1/25=100 multiplicado por 10 y por 4/100=100 multiplicado por 4/10, es decir, que no habrá más que multiplicar la magnitud real por 4 y dividirla simultáneamente por 10 (tachar un cero o correr un lugar la coma). Si se quiere determinar, por ejemplo, la longitud real del dibujo to-

davía no acotado, se multiplica la longitud medida sobre el mismo por 2,5. (¡Atención! ¡No es posible tomar longitudes sobre el plano sino redondeando su valor! Por lo tanto, tendremos que:

Escala 1 : 2,5 significa:

Longitud real multiplicada por 4 y dividida por 10= =medida del dibujo.
Medida del dibujo multiplicada por 2,5=longitud real.

Escala 1 : 5 significa:

Longitud real multiplicada por 2 y dividida por 10= =longitud del dibujo.
Longitud del dibujo multiplicada por 5=longitud real.

Para ampliaciones es corriente emplear las escalas 2 : 1, 5 : 1 y 10 : 1.
La escala 5 : 1 significa:

Medida real multiplicada por 10 y dividida por 2=medida del dibujo.
Medida del dibujo multiplicada por 2 y dividida por 10=medida real.

Los accesorios se dibujan a tamaño natural y, mejor aún, ampliados, con lo cual se facilita el trabajo del delineante y del taller.
Los dibujos de conjunto, por el contrario, y dado que no se utilizan para la fabricación de las distintas piezas, sino que sirven exclusivamente para indicar la relación de unas con otras, pueden realizarse a escalas más pequeñas: 1 : 10, 1 : 50, 1 : 100.
La escala principal se consigna en el cajetín de rotulación, parte inferior izquierda y con un tamaño de letra igual a 5 mm. Cuando algunas piezas o partes se han dibujado a otra escala se pondrá igualmente esta escala en el mismo recuadro pero con letra menor (3,5 mm). Esta escala últimamente citada se indica también en la representación correspondiente. Si se han de poner más de dos escalas habrá que acomodar el tamaño de la letra al del recuadro en que han de ir consignadas. Las piezas pequeñas que se dibujan agrandadas se representan siempre incluso en tamaño natural, en la parte inferior derecha del dibujo.
Cuando no es posible una representación a escala se subrayan las cifras de cota que no coincidan con la escala dada al resto. Cuando todo el dibujo no está a escala se indica en el cajetín destinado a la escala: Sin escala.
Antes de dibujar es recomendable esbozar los contornos de cada figura, el sitio para rotulación, etc. Si no se principia por este *planeamiento previo*, se corre fácilmente el peligro de obtener un dibujo feo o de tener después que andar borrando y variando la distribución.
La distribución de las diversas figuras dentro de este marco hay que elegirla de tal modo que el dibujo no resulte en una zona apretado o sobrecargado y en otras, en cambio, demasiado vacío y pobre. La distribución de las superficies debe impresionar agradablemente la vista.

Procesos de trabajo antes de dibujar.
1. **Determinación de la escala del dibujo.**
2. **Determinación del formato del pliego.**
3. **Distribución del pliego de dibujo.**

5.2. Proceso del trabajo durante la ejecución del dibujo

Trazado

El trazado se realiza con un lápiz duro (5H a 7H) afilado en punta de aguja. Se trabaja sólo con una leve presión, prácticamente con el «peso propio» del lápiz, con objeto de evitar estrías en el papel.

Un dibujo trazado debe poderse borrar con frecuencia sin que queden señales en el papel.

El acabado (delineado)

Según DIN 6774 se recomienda realizar los dibujos o bien todo a lápiz o bien todo a tinta. *No se recomienda ya*, por lo tanto, el procedimiento de representación, que era corriente en muchas oficinas técnicas, de combinar el dibujo a lápiz con el dibujo a tinta.
Según el tipo de ejecución se tendrá también el orden de sucesión de los procesos de trabajo a realizar en la delineación de un dibujo. F 5.1
El orden de sucesión de los trabajos es el mismo en el caso de dibujo a tinta que en el de dibujo a lápiz. El dibujo a tinta es fácil de realizar hoy en virtud de que los modernos instrumentos permiten el trazado de la anchura de líneas de modo unificado y uniforme.
Por otro lado en cambio, las correcciones no son tan fáciles de realizar como en un dibujo a lápiz.
Antes de dar por acabado un dibujo es recomendable someterlo a una comprobación final.
El delineante tiene que tener una idea sobre la disposición constructiva adecuada de las piezas, y saber, por ejemplo, apreciar si hay algunas de ellas que se estorben mutuamente.

Tiene que revisar si existen defectos de dibujo, repasar la representación y disposición de las vistas y de las cotas, comprobar la corrección de las medidas y la ausencia de errores de cálculo, analizar la distribución de cotas y ver si existe concordancia en las piezas que hayan de corresponderse entre sí.
Debe cerciorarse de si en todos los casos se han utilizado las normas DIN o del taller que sean vigentes, si se han representado exclusivamente, o en la medida que ello haya sido posible, piezas de existencia en almacén o corrientes en el comercio, y si han sido tenidas en cuenta todas las variaciones surgidas entre tanto.
Finalmente, ha de analizar si existen piezas que bajo el punto de vista técnico de la fabricación —teniendo en cuenta las máquinas, herramientas y montajes existentes— sean mal o difícilmente utilizables, que no se presten para el montaje, que por su forma no resulten prácticamente transportables, que resulten excesivamente voluminosas o conduzcan, por lo demás, a gastos evitables, debiendo también estudiar si se eligieron las tolerancias más convenientes y los materiales más adecuados. Para poder juzgar acertadamente el trabajo recién ejecutado, lo mejor es dejarlo a un lado, en lo posible, durante un día, dedicándose entre tanto a otro trabajo. Después puede volverse nuevamente a la tarea de comprobación, con una capacidad de crítica más imparcial y libre de prejuicios, punteando una a una cada cota comprobada, asumiendo entonces la responsabilidad del trabajo así revisado.

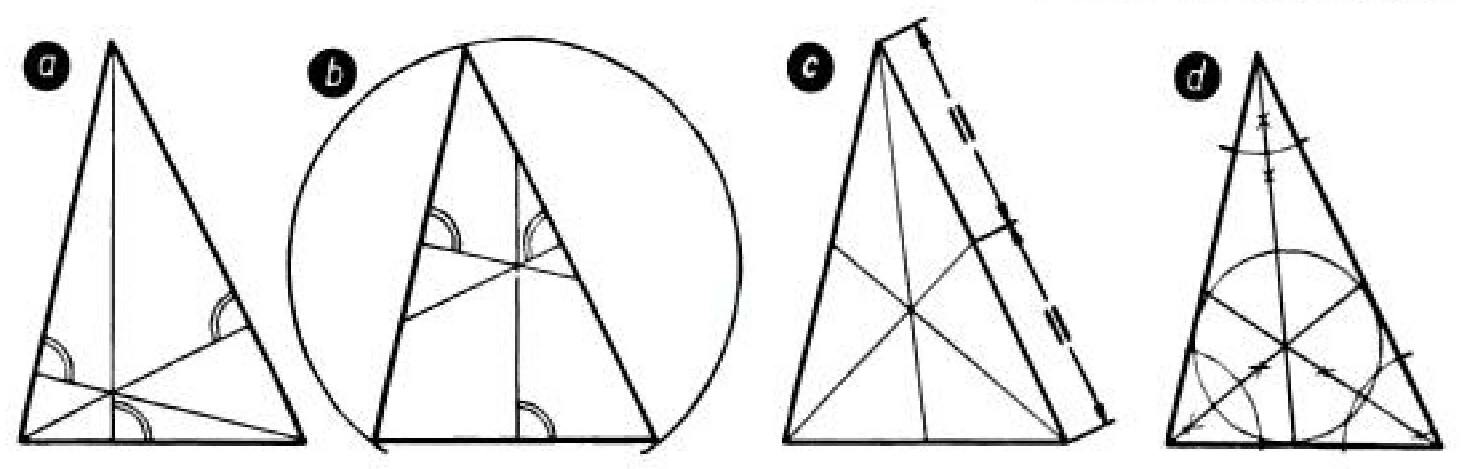


Fig. 8.9 Líneas del triángulo: a) alturas; b) normales en los puntos medios; c) medianas; d) bisectrices

Líneas importantes del triángulo son las tres alturas, las tres perpendiculares
F 8.9 en los puntos medios de los lados, las tres medianas y las tres bisectrices.
Entre los *cuadriláteros* tenemos el cuadrilátero irregular, el trapecio con un
F 8.10 par de lados paralelos, el paralelogramo con dos pares de lados paralelos, el rombo con dos pares de lados iguales y paralelos, el rectángulo, que es un paralelogramo con ángulos rectos, y el cuadrado, que es un caso particular del rombo en que los ángulos son rectos. Las líneas que unen entre sí ángulos opuestos se llaman diagonales. Cuando el número de lados de la figura es igual a cuatro,
F 8.11 cinco, seis, siete, etc., se denomina con carácter general *polígono*.



Fig. 8.10 Formas de cuadriláteros: a) cuadrado; b) rectángulo; c) rombo; d) paralelogramo; e) trapecio; f) cuadrilátero irregular

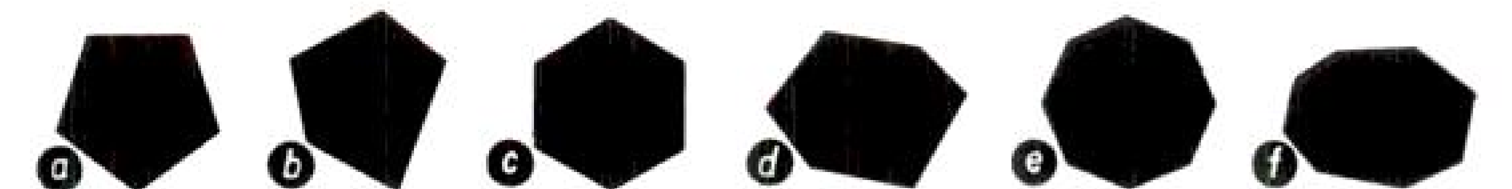


Fig. 8.11 El polígono: a) pentágono regular; b) pentágono irregular; c) hexágono regular; d) hexágono irregular; e) octógono regular; f) octógono irregular

El *círculo*, que es el polígono regular de un número infinito de vértices, es la superficie limitada por una línea curva que tiene una forma más regular. Se puede suponer engendrada por el giro de un segmento alrededor de uno de sus extremos. El punto de giro se llama centro y la línea que lo limita circunferencia (periferia o perímetro). La longitud del segmento que gira es el
F 8.12 radio del círculo, y el doble de esa longitud es el diámetro, que es el mayor segmento de recta abarcado por la circunferencia. El grado de curvatura de una circunferencia crece con la disminución del radio, o lo que es lo mismo, una circunferencia tiene una curvatura tanto mayor cuanto menor es el radio. Inversamente, la curvatura disminuye cuando el radio aumenta.
Cuando el radio aumenta indefinidamente, la circunferencia va asemejándose cada vez más a una recta, de modo que la línea recta puede también considerarse como una circunferencia cuyo radio fuera infinitamente grande. Si el radio disminuye hasta el valor cero, el círculo y la circunferencia se habrán convertido en un punto.

Si se corta un cuerpo perpendicularmente a su eje longitudinal y se obtiene como sección transversal en magnitud y forma la base superior o inferior, estamos técnicamente en presencia de un prisma.

Representación sobre el plano del dibujo

Ahora bien, para el taller hay que representar esos cuerpos sobre el plano del dibujo; es decir, hay que trasladarlos a un plano que —como es sabido— no tiene sino dos dimensiones, la longitud y la anchura.
La solución del siguiente problema podría darnos un camino para llegar desde el espacio al plano:
Hay que formar con un trozo de plancha de hierro o de hojalata un prisma o cajita de las dimensiones de la caja de cerillas (pero no de dos piezas como ésta). ¿Qué forma habrá de tener la plancha metálica para que, convenientemente doblada por donde proceda, pueda hacerse con ella la deseada cajita?
Tenemos, pues, que suponernos al prisma de chapa desdoblado o *desarrollado* sobre el plano del dibujo. Con este objeto se sitúan en el dibujo, unas al lado de otras, las caras laterales de la cajita, siguiendo el mismo orden que guardan entre sí en el espacio, y después se colocan las superficies superior e inferior de la misma.

F 8.20

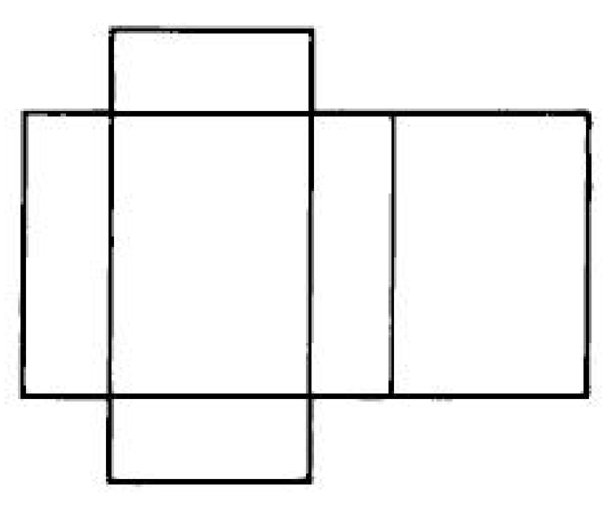


Fig. 8.20 Desarrollo del prisma de chapa

Ahora bien, si quisiéramos proceder siempre de este modo para obtener una representación plana, fracasaríamos bien pronto. En primer lugar, la mayoría de los elementos de máquinas a representar no son de chapa metálica; en segundo lugar, este procedimiento resultaría muy pesado e incómodo, y, por lo tanto, caro; y, en tercer lugar, en piezas complicadas y difíciles nadie sería capaz de salir del paso con un dibujo así. Es preciso, pues, encontrar otro procedimiento más sencillo.

Vista principal - Vista lateral - Vista superior (DIN 6)

Propongámonos representar, del modo que es habitual y que está corrientemente prescrito, un trozo de llanta, de la forma y tamaño de la caja de cerillas, del que se hubiera aserrado un trozo prismático.
Con este objeto se coloca ante uno el cuerpo en cuestión en su posición corriente —supongamos que con su mayor dimensión vertical— y de tal modo que la visual se dirija normalmente a su cara más ancha. Se dibuja esta superficie delantera del cuerpo tal como se ve, y la vista así trazada se denomina *vista principal*.

F 8.21

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

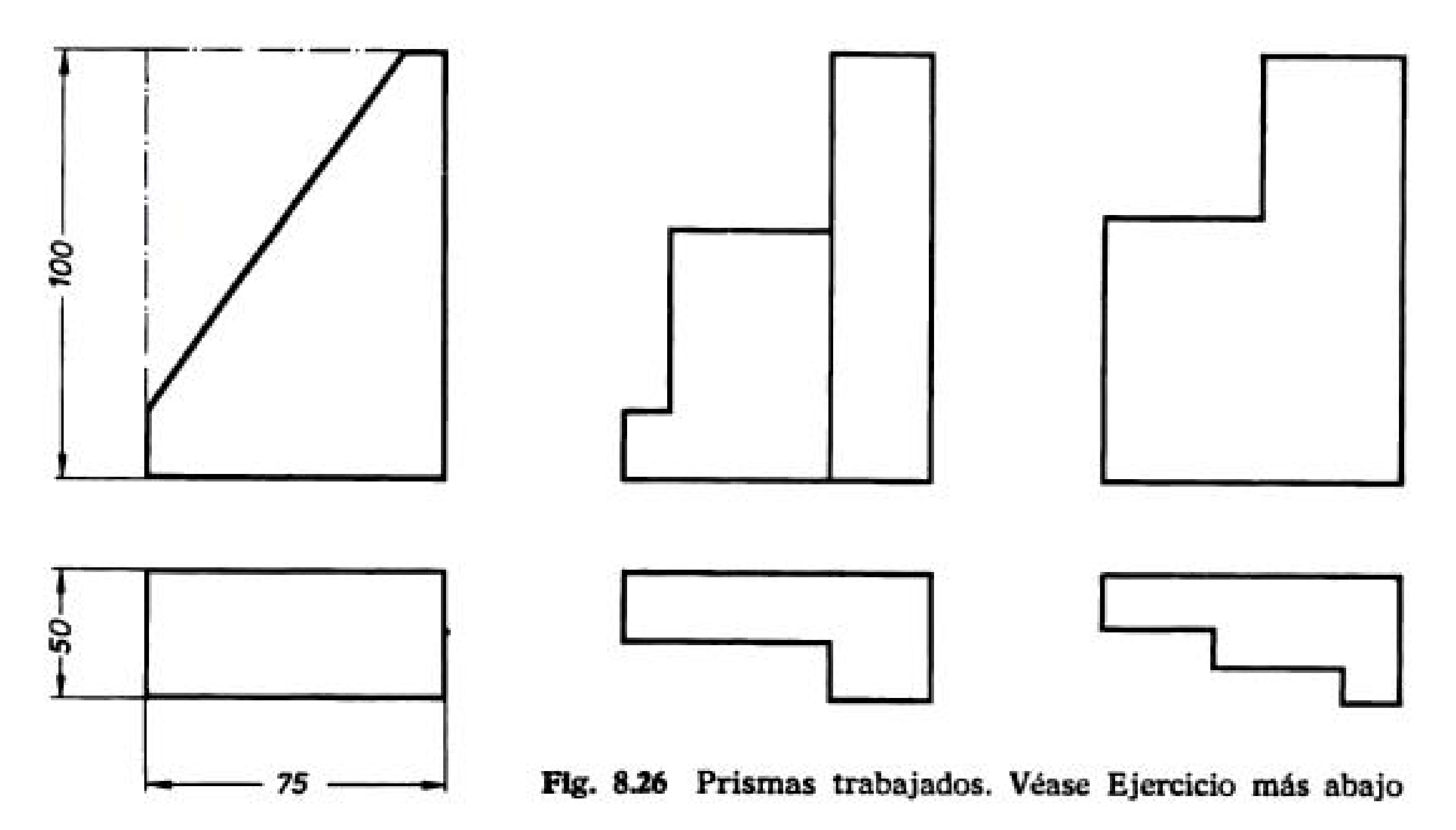


Fig. 8.26 Prismas trabajados. Véase Ejercicio más abajo

Prisma trabajado (mecanizado)

En nuestro ejemplo hemos dibujado un prisma de base rectangular en 3 vistas, y en él hemos supuesto cortado y eliminado un trozo. Al cuerpo resultante se le llama también técnicamente prisma por ser un prisma el cuerpo original y haberse llegado al estado final de cuerpo en virtud de un trabajo o mecanizado hecho posteriormente en él.

Ejercicio

F 8.26 Dibuje en 3 vistas los ejemplos de prismas trabajados de la figura 8.26. Represente los vértices por medio de circulitos y numérelos con 1', 1'', 1''', etc. Consigne las cotas resultantes (las cotas que faltan debe determinarlas usted mismo). Dibuje en pliego DIN A4; grupo de líneas=0,5 mm.

Determinación de verdaderas magnitudes

F 8.27 Un prisma cuya base sea un cuadrilátero puede dividirse, mediante cortes por planos diagonales paralelos a las aristas laterales, en prismas de base

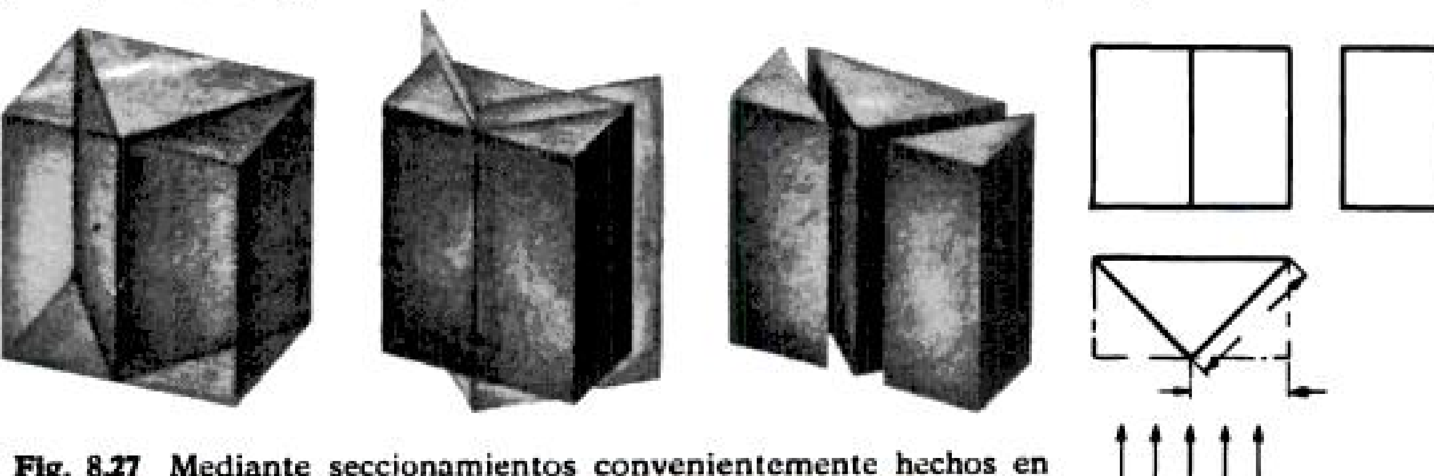


Fig. 8.27 Mediante seccionamientos convenientemente hechos en un prisma de base rectangular se obtienen nuevos prismas

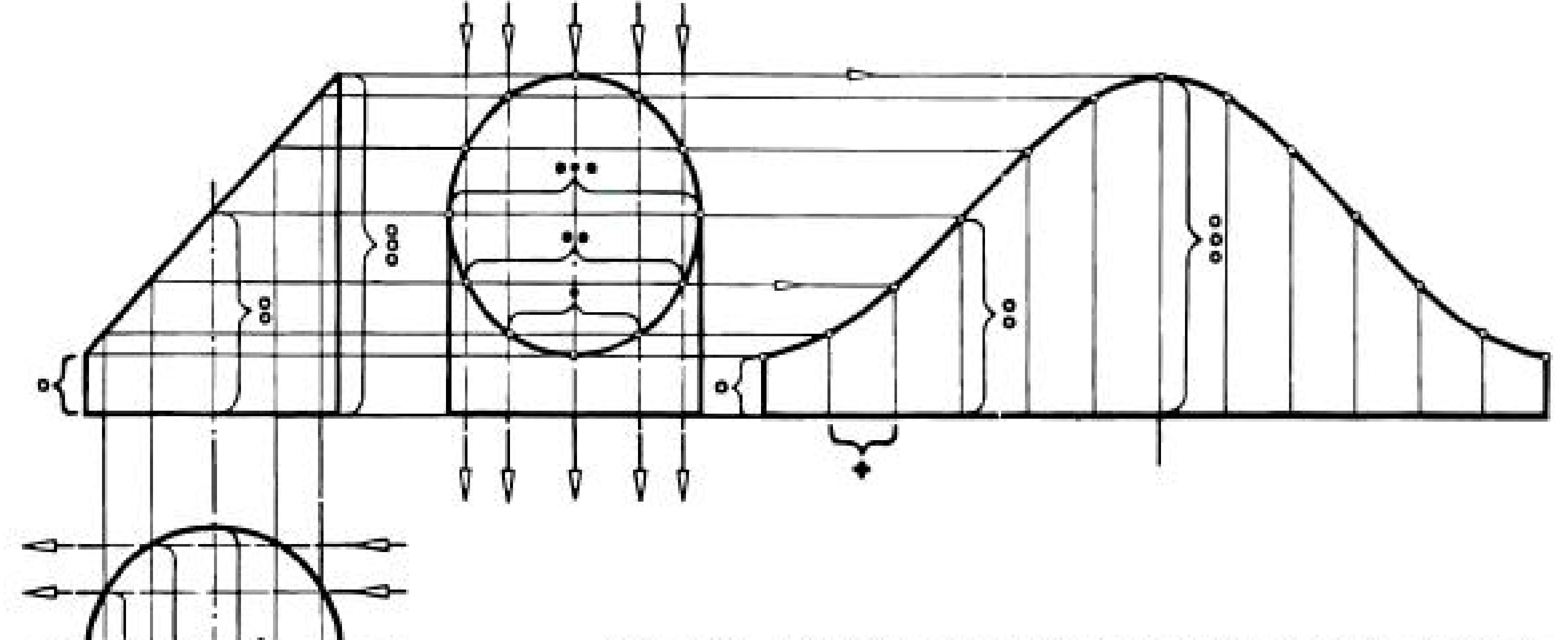


Fig. 8.41 Sección de un cilindro por el procedimiento de las líneas de sección

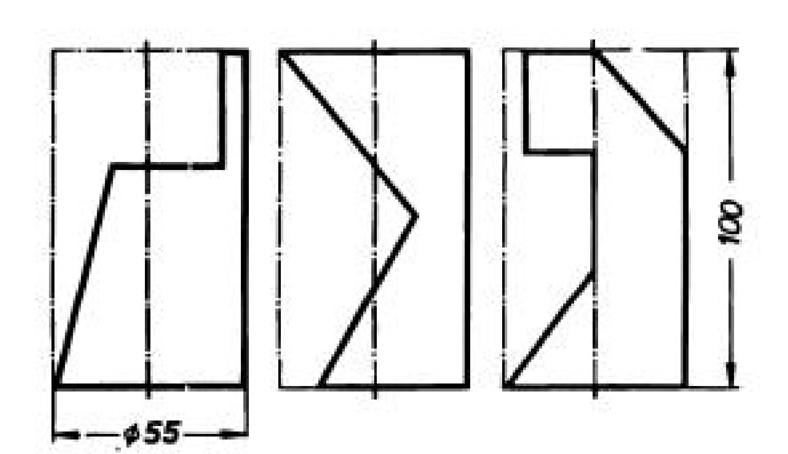


Fig. 8.43 Ejercicio: Cilindros que han sufrido mecanización

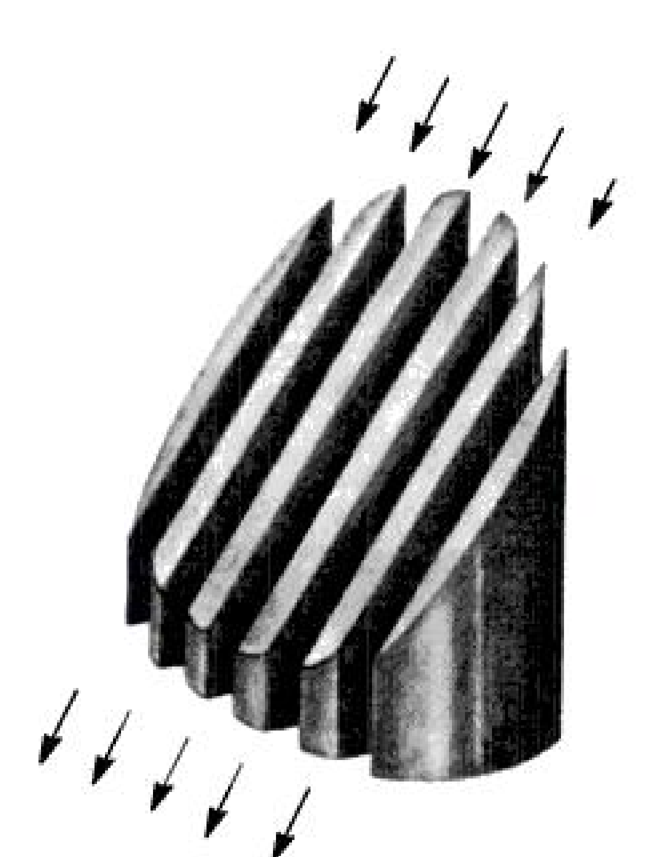


Fig. 8.42 El cilindro limitado por dos bases no paralelas (tronco de cilindro) se puede suponer dividido en placas longitudinales

8.4. Pirámide [1]

Los cuerpos que tienen base poligonal y aristas que arrancando de sus vértices concurren en un vértice reciben el nombre de pirámides. Según sea el número de vértices se distingue entre pirámide triangular, pentagonal, hexagonal, etc. Si el vértice de la pirámide está situado sobre la perpendicular a la base que
F 8.44 pasa por su centro la pirámide será de las llamadas *rectas* y si no es así la pirámide será *oblicua*.

1. Véase a este respecto carpeta de trabajo «Dibujo Técnico I». Construcciones Geométricas Fundamentales. Editorial Westermann. Número de pedido: 20 1545; hojas 19 a 23.

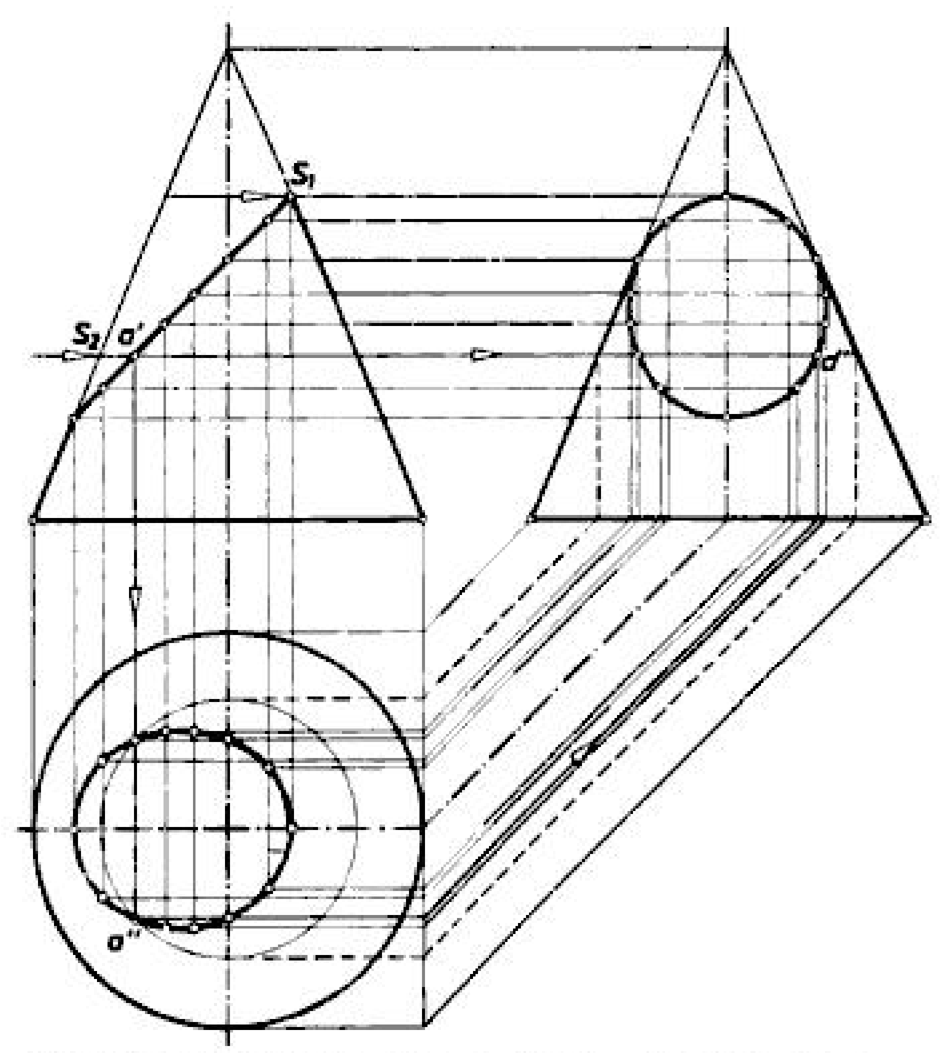


Fig. 8.57 Tronco de cono seccionado oblicuamente representado en 3 vistas. Construcción por el procedimiento de las líneas de corte (por ejemplo seccionado según S_1, S_2)

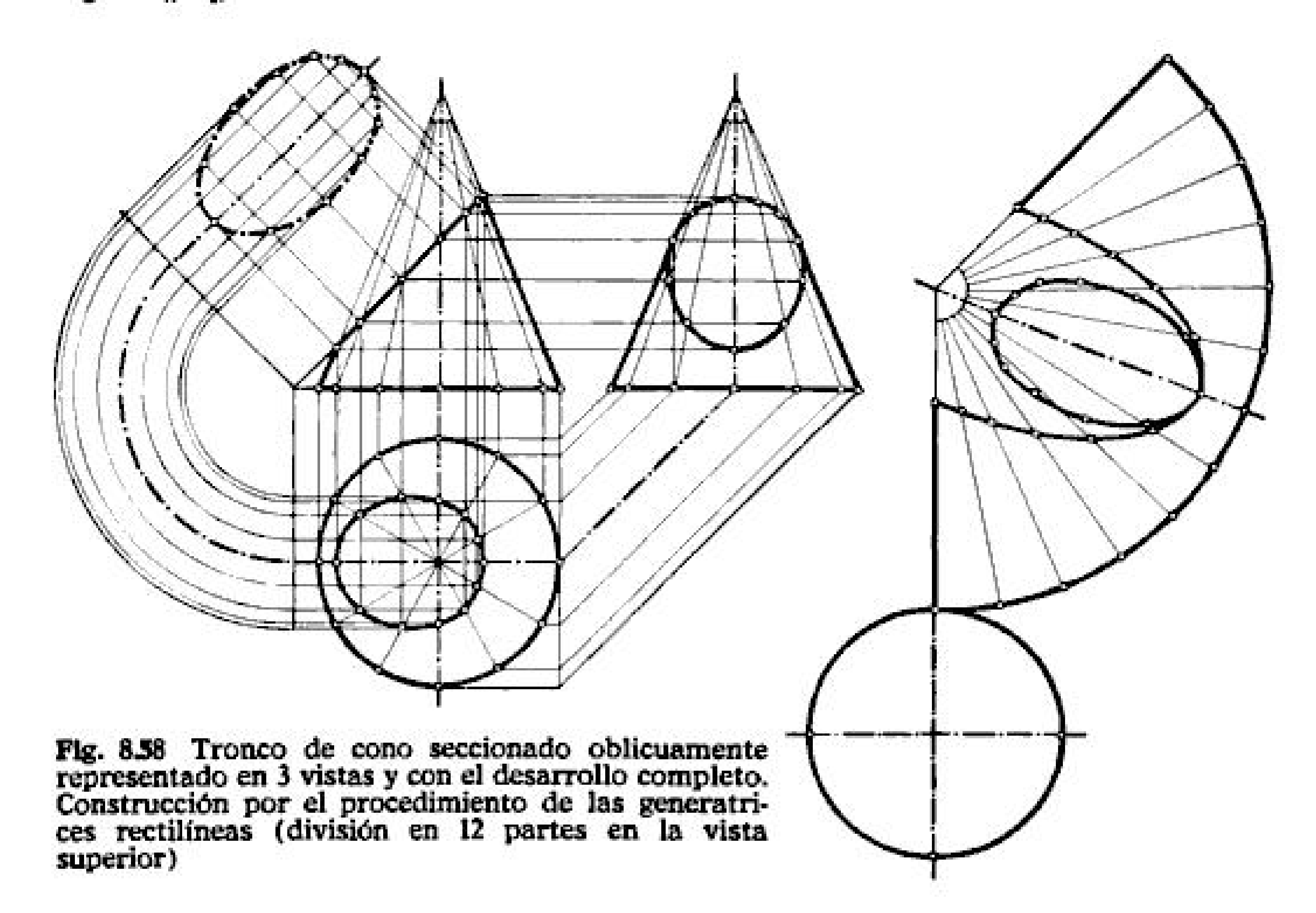


Fig. 8.58 Tronco de cono seccionado oblicuamente representado en 3 vistas y con el desarrollo completo. Construcción por el procedimiento de las generatrices rectilíneas (división en 12 partes en la vista superior)

F 8.57 Para representar la sección elíptica se recurre nuevamente o al *procedimiento*
F 8.58 *de las líneas de sección* o al de las *generatrices rectilíneas.*

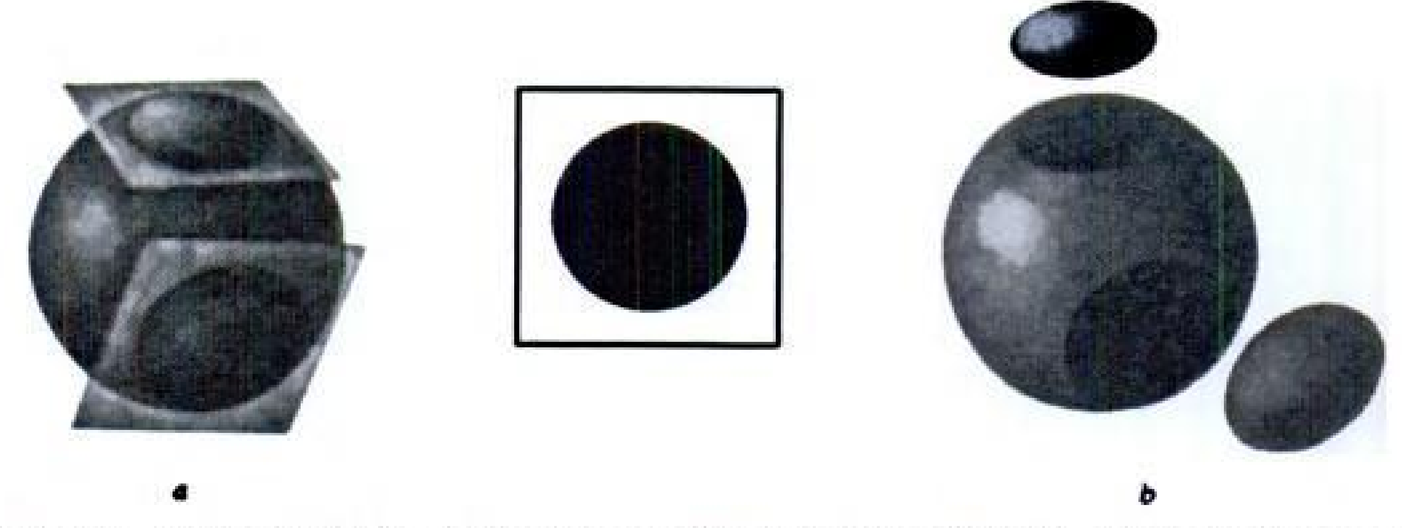


Fig. 8.63 a) Las secciones planas de una esfera son circunferencias. b) Las partes de una esfera separadas del resto por un plano se denominan casquetes esféricos

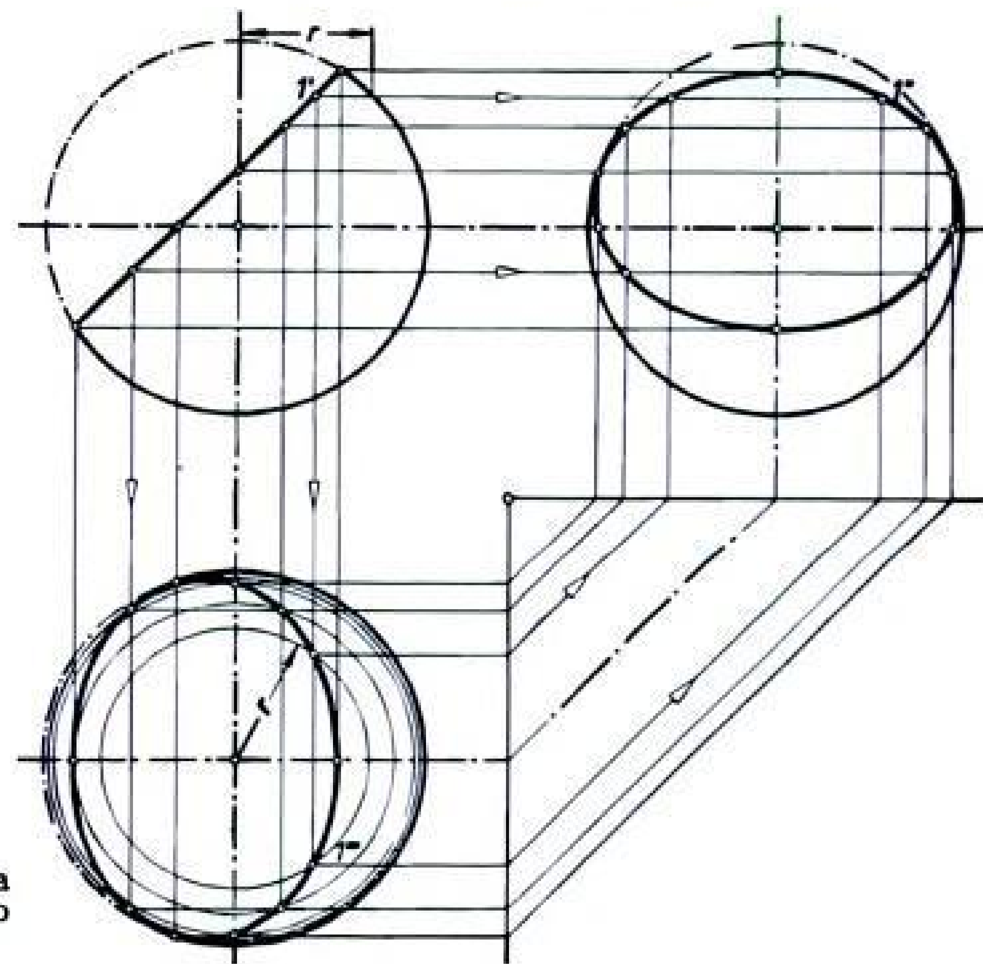


Fig. 8.64 Esfera seccionada oblicuamente (procedimiento de las líneas de sección)

más difíciles se desarrollan con sencillez y rápidamente mediante el *procedimiento de los triángulos.* Para ello se descompone la superficie a desarrollar en triángulos y después, por yuxtaposición de estos triángulos se construye el desarrollo. En una construcción separada se obtiene la *verdadera magnitud* de los triángulos.

Cuerpo de transición: paso de forma circular a forma circular

Se dividen las circunferencias de la vista superior en 12 partes iguales y se transportan los puntos a la vista de frente. Los puntos se enlazan de tal modo
F 8.65 que en la superficie lateral se forma una línea en zigzag (triángulos).
Se obtienen las verdaderas longitudes trazando la vertical *A-B* y llevando a derecha e izquierda sobre la línea de base *x* los segmentos de enlace *B-2, C-2,*
F 8.66 etcétera, tomados de la vista superior.

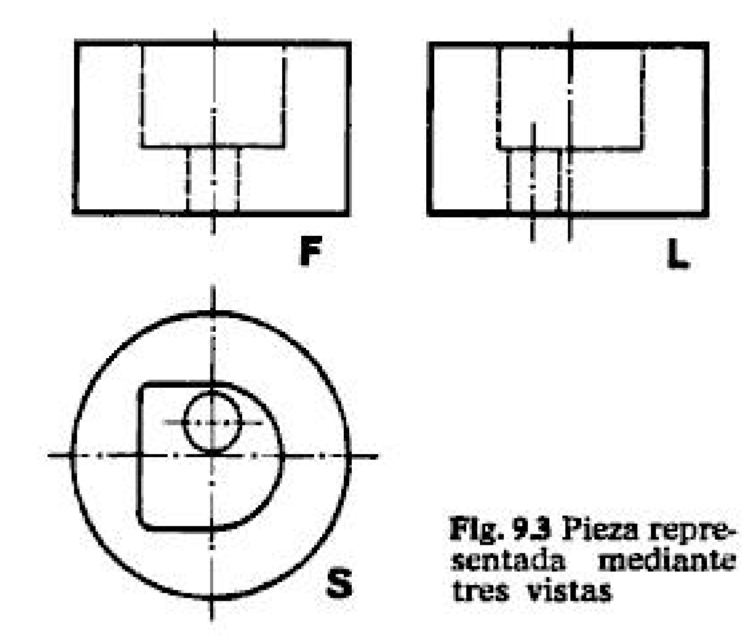


Fig. 9.3 Pieza representada mediante tres vistas

F 9.3 2. Las piezas se representan generalmente mediante tres vistas: vista de frente (o vista principal), vista lateral, vista superior.
Cuando el cuerpo es claramente reconocible pueden bastar dos vistas o incluso solamente una.

3. Un cuerpo se representa mediante tres clases de líneas:

a) Las aristas vistas (trazo lleno y grueso).
b) Las aristas ocultas (línea de trazos).
c) Los cuerpos simétricos y los de revolución tienen un eje (línea delgada de trazo y punto).

4. Para dimensionar (acotar) una pieza se emplean los siguientes elementos de dibujo:

a) Líneas auxiliares de cota (líneas llenas delgadas).
b) Líneas de cota (líneas llenas delgadas).
c) Cifra de cota.

Con estos conocimientos hemos podido dibujar hasta ahora construcciones geométricas fundamentales y cuerpos geométricos.
Ahora bien, las piezas tienen generalmente formas más complicadas, de modo que los procedimientos de construcción hasta ahora empleados no bastan a veces. Con objeto de aumentar la claridad de la representación se añaden vis-
F 9.4 tas adicionales o también secciones.

5. Vistas suplementarias. Además de las tres vistas habituales se pueden añadir la vista lateral desde la derecha, la vista inferior y la vista posterior.
De este modo se originan de las seis distintas direcciones de la visual, correspondientes a las seis caras de un cubo, las seis vistas distintas de una pieza. Si por cualquier razón —por ejemplo, en el caso de un complemento posterior— hubiera que discrepar de esa posición normalizada de las vistas, habrá que indicarlo con una flecha que nos dé la dirección de la visual y letras mayúsculas en orden alfabético y un texto que diga «Vista en la
F 9.5 dirección X».

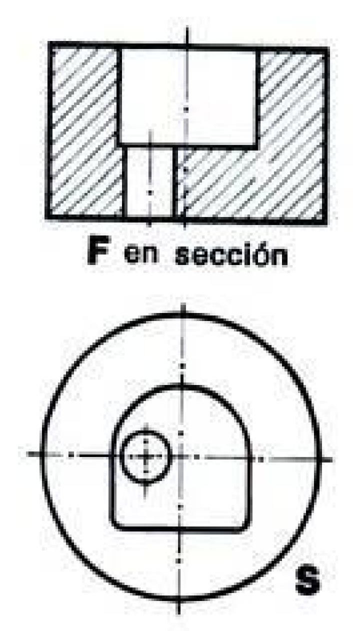


Fig. 9.11 Ahorro de trabajo: La misma pieza de la Fig. 9.3 hubiera quedado inequívocamente determinada con la vista frontal en sección y la vista superior

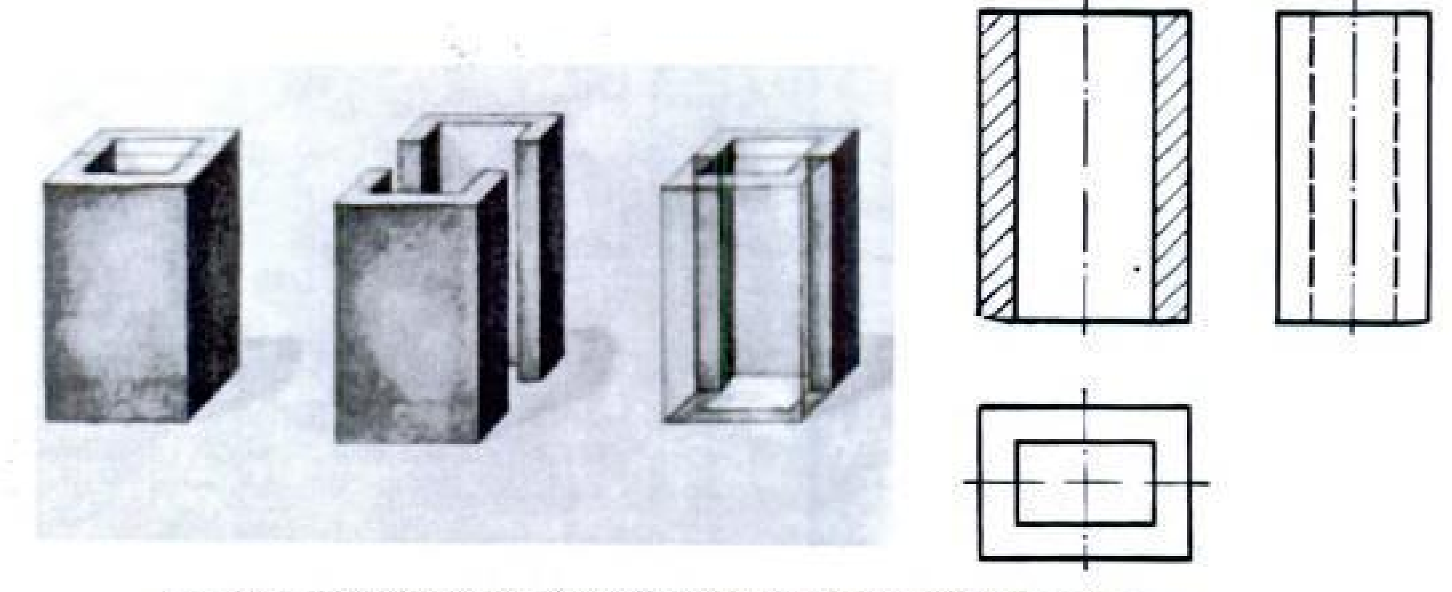


Fig. 9.12 El corte de los dibujos técnicos hace visibles los huecos

9.2. Representaciones en sección

Una posibilidad de ahorrar vistas o de obtener adicionalmente claridad sobre espacios huecos, no visibles, en el interior de los cuerpos es la conseguida con
F 9.11 la *representación en sección*

F 9.12 **Sección total**

Ejemplo: Figurémonos una sección plana —como las que hemos empleado hasta aquí en cuerpos llenos—, pero trazada ahora a través de un prisma hueco y a lo largo precisamente del eje horizontal de la vista superior, de modo que quede el cuerpo dividido en una mitad anterior y otra posterior. Supongamos ahora que separamos en la vista de frente la parte delantera, que hemos segregado por medio del plano, de manera que podamos ver el interior. Las líneas que hasta ahora eran de trazos, por ser ocultas, se habrán hecho visibles y podrán trazarse llenas.

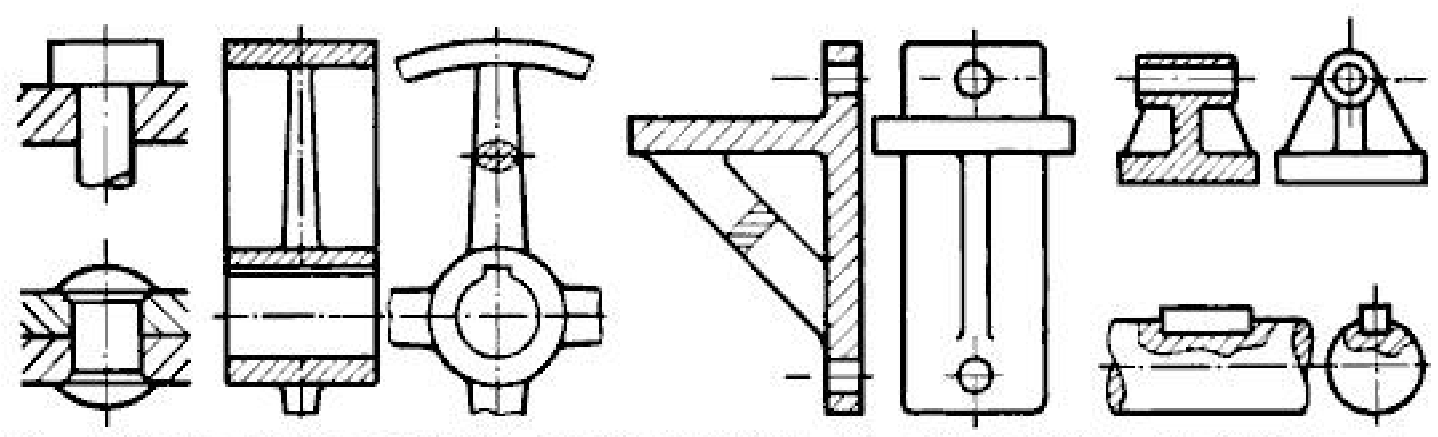


Fig. 9.20 Los pernos, roblones, nervios, chavetas, etc., no se cortan longitudinalmente

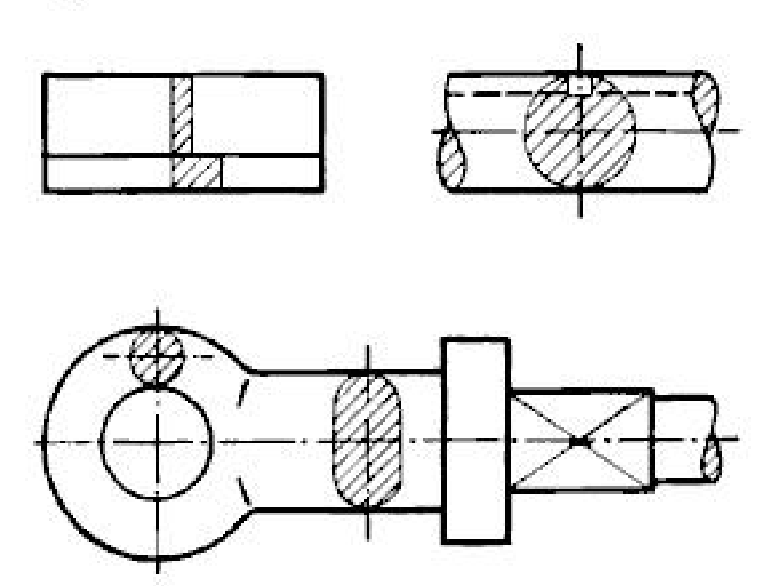


Fig. 9.21 El dibujar la sección plana en los sitios mismos en que se produce el corte ahorra trabajo de delineación

Recorrido de la sección

El corte se hace generalmente, según un plano vertical u horizontal, por el eje de la pieza. Cuando no se hace así, hay que indicarlo claramente en la vista en que el plano secante aparece como una línea, dibujando ésta con trazo grueso (trazo y punto) y señalándola con letras y flechas. Las líneas de corte llevan trazos más cortos que los ejes. Las flechas se colocan delante de sus extremos en la dirección de la visual sobre la superficie de corte. Son aproximadamente de doble longitud que las flechas de cota. Si la sección está hecha en varios planos, se quiebra el recorrido de la línea de corte. Cuando en uno de estos recorridos quebrados puede haber posibilidad de confusiones, se pondrá en todos los ángulos letras iguales. Unicamente se colocan letras mayúsculas y flechas indicadoras de la dirección de la visual en el corte, como datos adicionales para el taller, cuando por la misma pieza se trazan varias secciones, cuando la sección es quebrada, cuando no pasa por el eje o cuando, pasando por él, la situación de la vista del corte se separa de lo normal. Las letras mayúsculas se sitúan en los extremos y —siempre que la claridad lo exija— en los puntos de la línea de corte en que ésta cambia de dirección. La vista del
F 9.22 corte se provee entonces de la indicación «Sección A-D», etc. Para no comprometer la claridad del dibujo, se dibujan las líneas de corte sólo en sus extremos y en los puntos en que existe cambio de dirección. No entra dentro de las normas el sustituir las flechas por la dirección que indique el orden de escritura de las letras mayúsculas.

Fig. 9.29 La circunferencia de agujeros nos indica la posición de los taladros en la brida

Fig. 9.30 En caso de escasez de sitio basta con media vista superior

Fig. 9.31 a) Aquí son necesarias 3 vistas. b) La rotura de la pieza y la sección ayudan para acotarla e identificarla

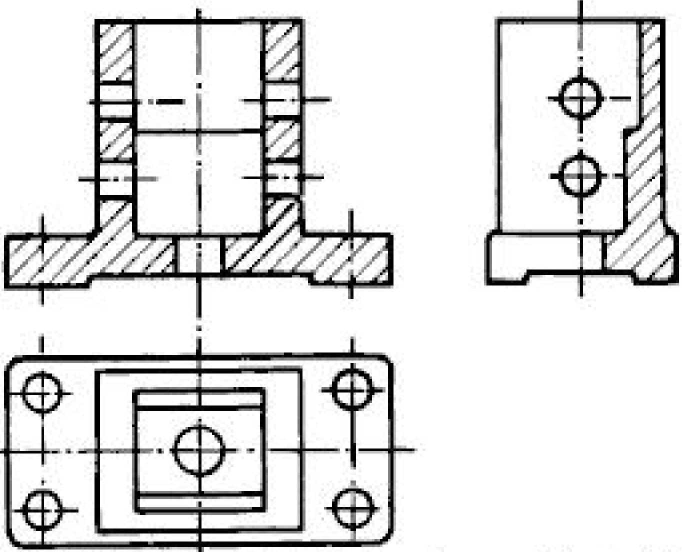


Fig. 9.32 La combinación de sección total y de semisección ahorra vistas complementarias

5. Muchas piezas quedan determinadas mediante dos vistas. Frecuentemente, para una más rápida determinación de la pieza, se añade sin embargo una tercera vista. F 9.31

construcción. Como medidas principales que son, tienen que asegurar que más tarde, al montar las distintas piezas o elementos, no han de ser necesarios nuevos trabajos posteriores, que pondrían en entredicho la economía de la fabricación.

Las medidas de terminado se rigen por la naturaleza del procedimiento previsto para dar forma a la pieza y por la sucesión de los procesos de fabricación. Tienen que permitir el cumplimiento del orden más económico de los procesos de trabajo. Deben fundarse en bases de referencia (véase más abajo) y tener en cuenta los medios de trabajo, montajes, modelos, máquinas de trabajo, calibres, partes normalizadas, repuestos de almacén, etc. Las medidas de terminado tienen que relegar las inevitables irregularidades o inexactitudes de fabricación a los sitios de la pieza en que no resulten perjudiciales para su trabajo o para la función que haya de cumplir.

En algunas circunstancias es necesario establecer algún arreglo para hacer posible el paso de las cotas funcionales a las de fabricación.

10.1. Reglas para la consignación de medidas o acotación según DIN 406

Los medios para indicar las medidas en el dibujo son la línea de medida o de cota, las flechas, las líneas auxiliares de cota o líneas de referencia, las cifras o
F 10.1 cotas propiamente dichas y los símbolos o signos de cota.

Las *líneas de medida o de cota* se trazan delgadas y se dejan generalmente in-
F 10.2 terrumpidas para la colocación de la cifra correspondiente a la medida. Las líneas de cota se trazan a una distancia mínima de 8 mm de las aristas. Entre ellas debe guardarse una distancia de al menos 5 mm.

Las cifras de cota deben disponerse desplazadas convenientemente cuando se sobreponen varias.

Las líneas de cota no deben cruzarse nunca.

Las flechas de cota se ennegrecen o macizan y tienen un ángulo de 15°. La lon-
F 10.3 gitud *l* de la flecha viene a ser un quíntuplo del espesor de trazo de las aristas del cuerpo dibujado.

Las cifras de cota se consignan en milímetros sin indicación de la unidad. Si se discrepa de la unidad mm, se indica la unidad empleada como, por ejemplo, poniendo 2,5 m o 4 km.

Las cifras de cota deben ser legibles desde la derecha o desde abajo. Las cifras
F 10.4 de cota no deben quedar cortadas ni cruzadas por líneas. Los ejes se interrumpen o se coloca la cifra a un lado.

Las líneas auxiliares de cota se dibujan también delgadas y de trazo lleno. Sobresalen unos 2 mm más allá de las flechas de cota. Pueden cruzarse. No deben sin embargo pasarse de una vista a otra.

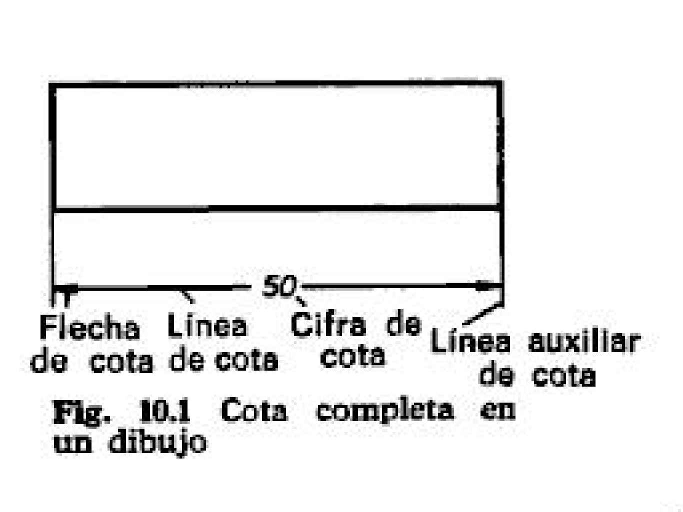


Fig. 10.1 Cota completa en un dibujo

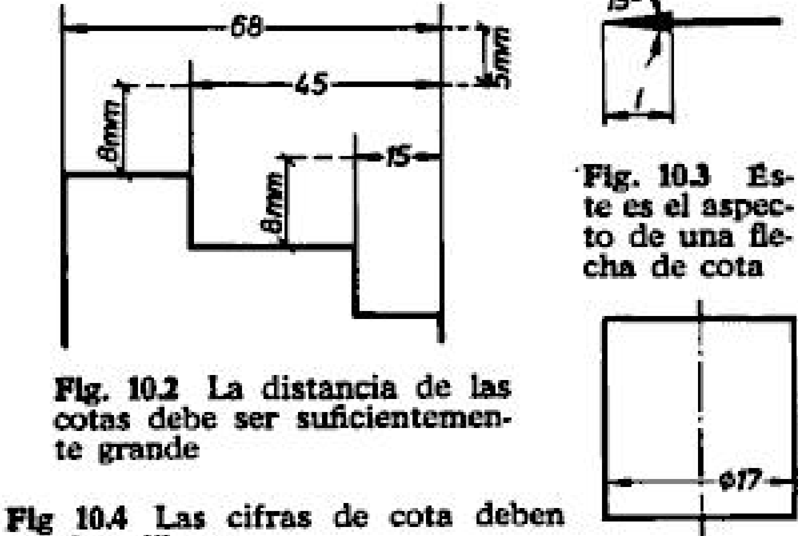


Fig. 10.2 La distancia de las cotas debe ser suficientemente grande

Fig. 10.3 Este es el aspecto de una flecha de cota

Fig 10.4 Las cifras de cota deben quedar «libres»

You have either reached a page that is unavailable for viewing or reached your viewing limit for this book.

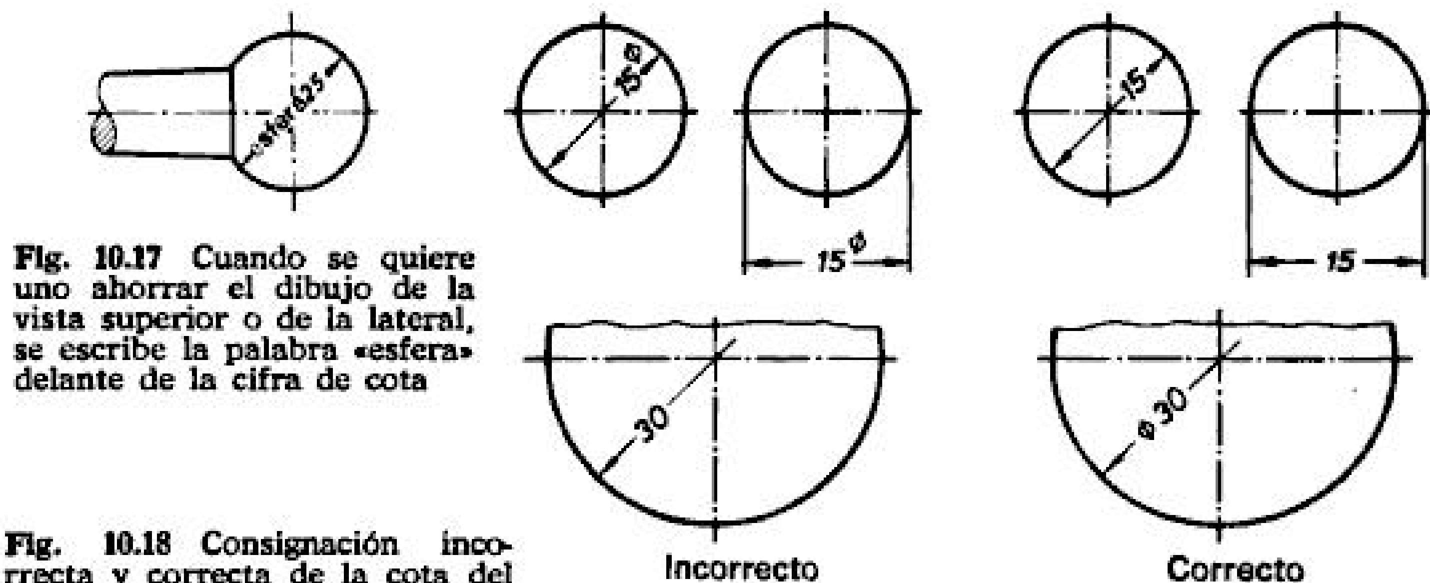


Fig. 10.17 Cuando se quiere uno ahorrar el dibujo de la vista superior o de la lateral, se escribe la palabra «esfera» delante de la cifra de cota

Fig. 10.18 Consignación incorrecta y correcta de la cota del diámetro

F 10.16 forma circular en la vista superior. El signo ∅, lo mismo que el signo □, se coloca delante de la cifra de cota y se dibuja del mismo tamaño que estas cifras.

F 10.17 En el caso de esferas que no se representan sino en una vista, se pone delante de la cota del diámetro la indicación «esfera». Los datos para roscado se ponen
F 10.15 a la misma altura que la cifra de cota y delante de ella. En la consignación de cotas para aristas o para longitudes de arco, las líneas de cota se trazan paralelamente a las magnitudes a acotar. Las formas circulares, como redon-
F 10.18 deamientos, acuerdos y medias cañas, se acotan mediante su radio.

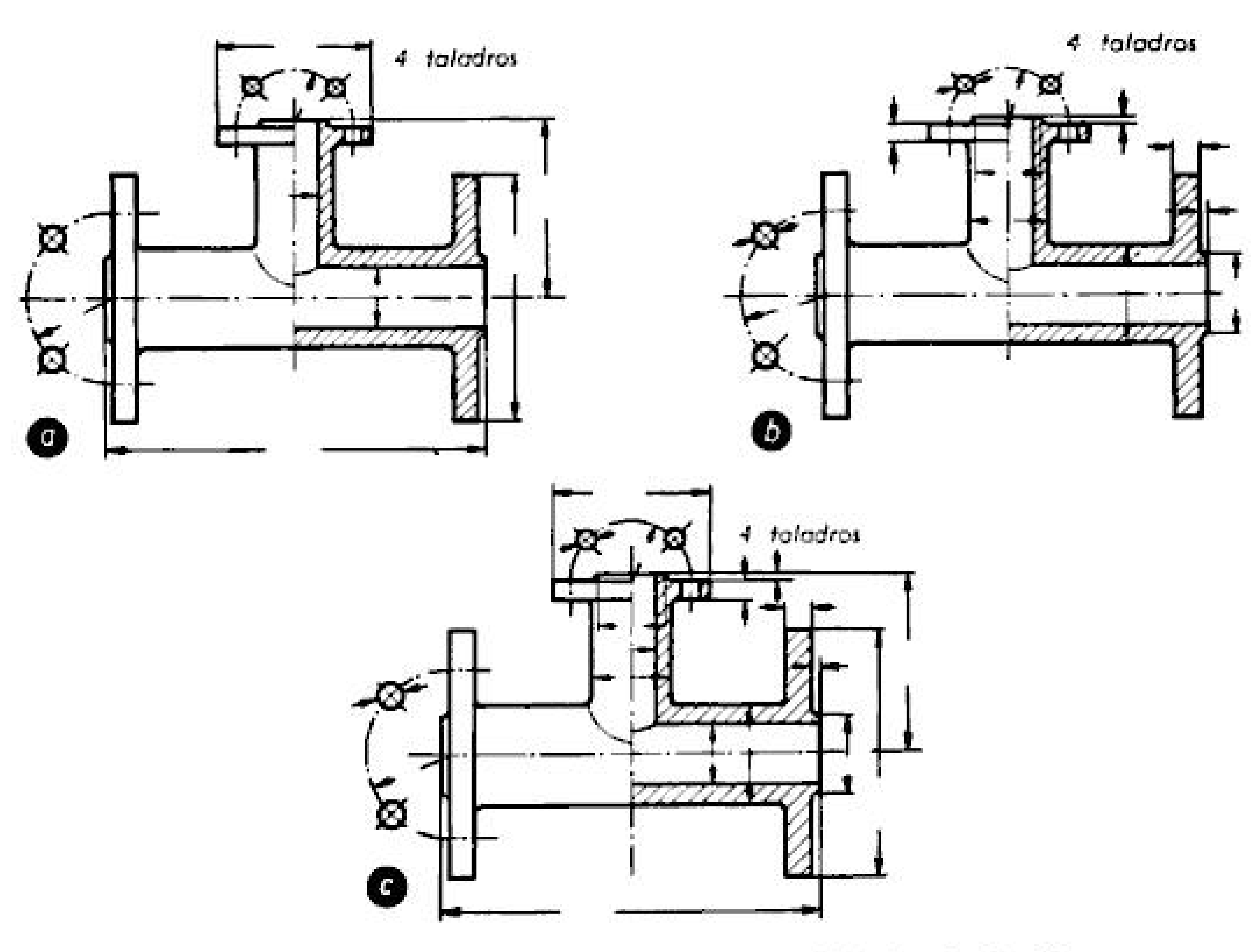


Fig. 10.19 T de tubería. a) Medidas principales. b) Medidas de detalle. c) Conjunto de acotaciones

10.2. Acotaciones según los procedimientos de fabricación

Hay gran variedad de posibilidades para fabricar una pieza de máquina, y es necesario tener una gran experiencia para poder determinar con acierto el procedimiento más económico a seguir en esa fabricación. Por lo general, en la fabricación aislada de piezas o en las pequeñas series los procesos de trabajo se concentran más. El orden de sucesión cambia también con respecto al de las grandes series o fabricaciones masivas. En lugar de las máquinas normales para usos múltiples (por ejemplo, el torno ordinario), entran en juego las máquinas automáticas (por ejemplo, el torno revólver). Cuando la pequeña serie se transforma en grandes series, aparecen, en lugar de las herramientas corrientes, las herramientas o útiles especiales; en lugar de la plantilla, el dispositivo automático, y en último extremo las máquinas automáticas con mando a distancia. Todas estas posibilidades influyen sobre el programa de planos del constructor y sobre la técnica de acotación del delineante. En lo
F 10.27 que sigue se va a tratar de dar una idea sobre lo más fundamental relativo a
F 10.28 acotaciones en función de tipo y proceso de fabricación.

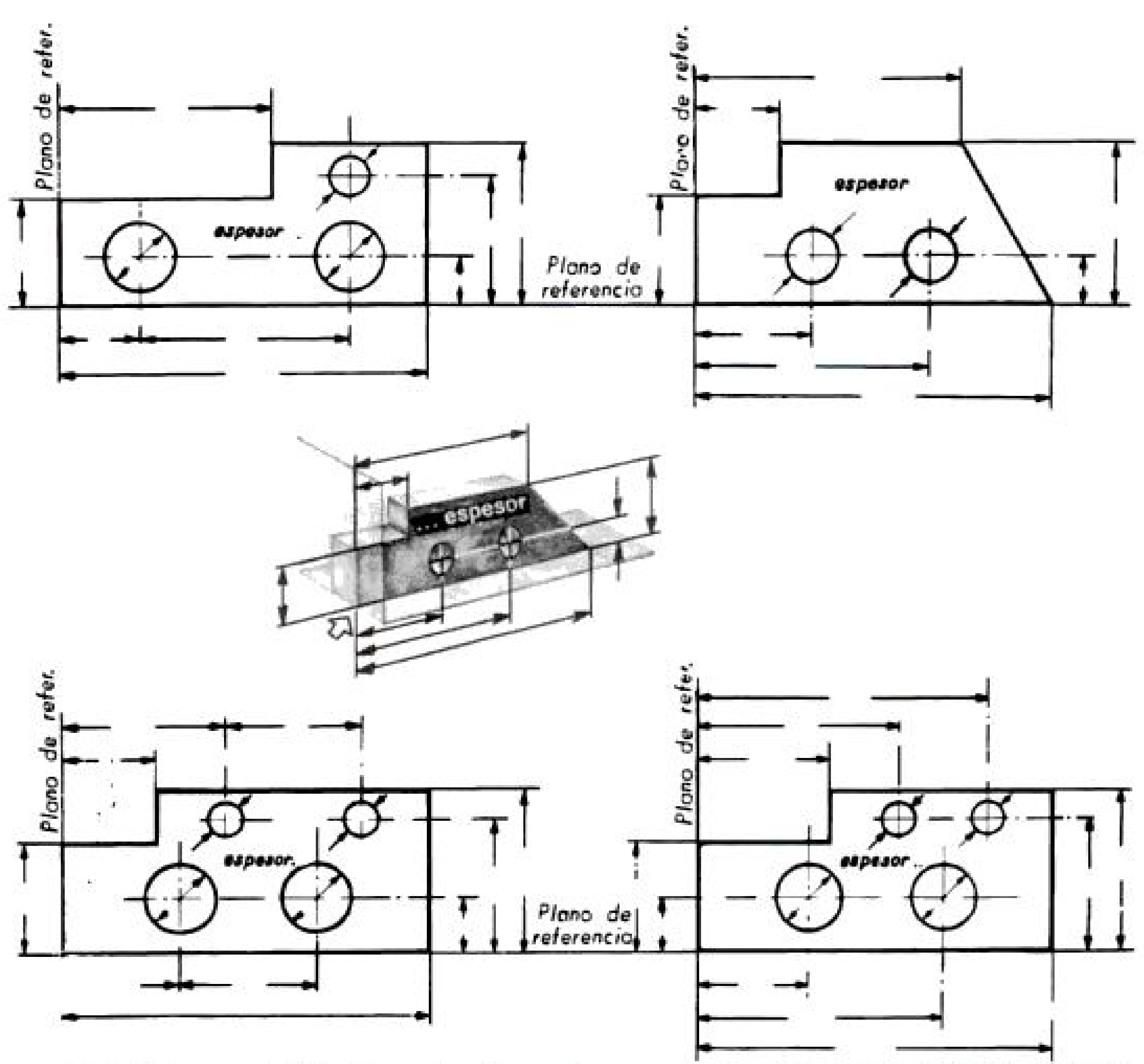


Fig. 10.27 El punto 0 del plano de referencia se encuentra siempre en el ángulo inferior izquierdo. Todas las cotas se refieren al plano de referencia, aunque no siempre lo parezca. Las cotas horizontales de las dos figuras de la izquierda, compuestas de cota de posición y de cota de distancia, no son sino aparentemente cotas en cadena. En la fabricación de grandes números de piezas los montajes y las plantillas para distancia de agujeros exigen cotas escalonadas o acumuladas

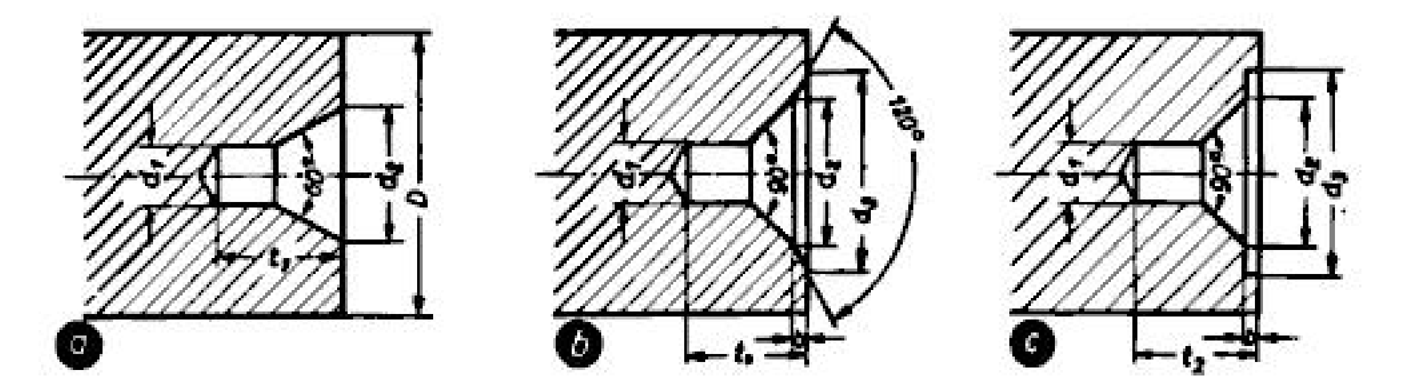


Fig. 10.46 Acotaciones de taladros avellanados. Puntos de centrado: a) sin avellanado protector forma A; b) con protección avellanada forma B; c) con alojamiento protector cilíndrico



El tornero torneará plano el extremo del perno a la altura del abombado y medirá las longitudes de los pernos añadiéndoles esta altura. Finalmente torneará el extremo bombeado, cuyo radio se hace generalmente en el dibujo igual a 0,8 a $1 \times d$. Lo mismo es aplicable a los extremos cónicos.

El *torneado de piezas perfiladas* facilita la labor de torno, pero no resulta rentable nada más que en fabricaciones en serie, ya que para ello hace falta pre-
F 10.47 parar un útil especial de forma o una guía especial según plantillas. La acotación se simplifica también al mismo tiempo.

Basta entonces, en lugar de las medidas correspondientes, indicar la especifi-
F 10.49 cación y el número del útil o del montaje a emplear.

Con objeto de dotar a los elementos de maniobra y sujeción de máquinas, montajes y otros órganos de trabajo de una superficie exterior que permita coger-
F 10.48 los sin que resbalen de la mano o de los dedos, se les provee de un *moleteado.* La división del mismo, o sea la distancia entre estría y estría, depende del diámetro y de la anchura de la pieza, así como de su material. Este acabado superficial está normalizado en DIN 82. El tamaño de las ruedas de moletear viene contenido en la hoja de normas DIN 403. Deben indicarse el diámetro

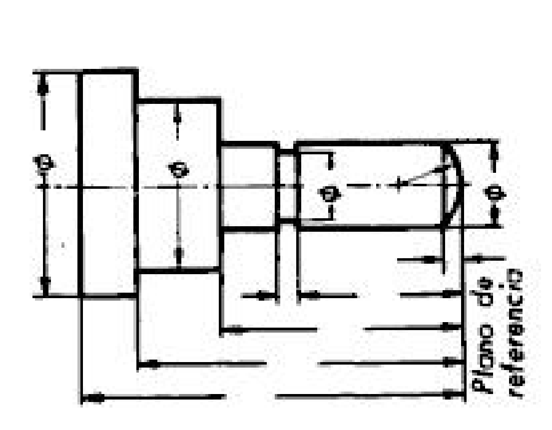


Fig. 10.47 Plano de referencia en el extremo abombado

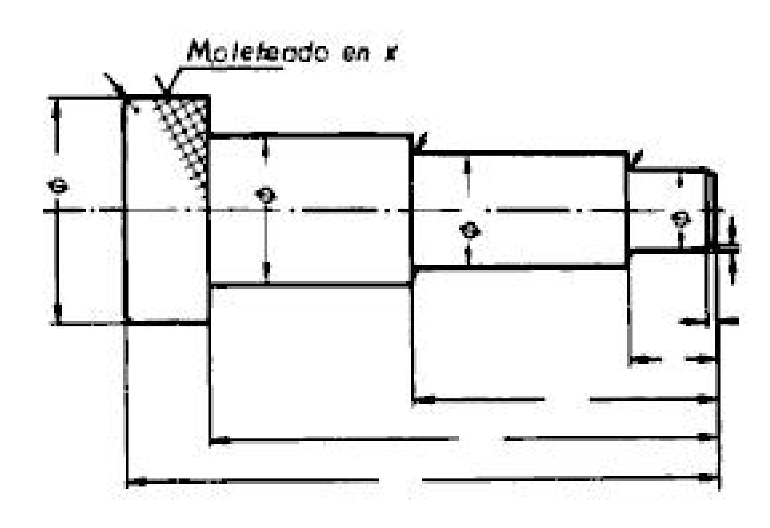


Fig. 10.48 Plano de referencia en el extremo achaflanado o cónico

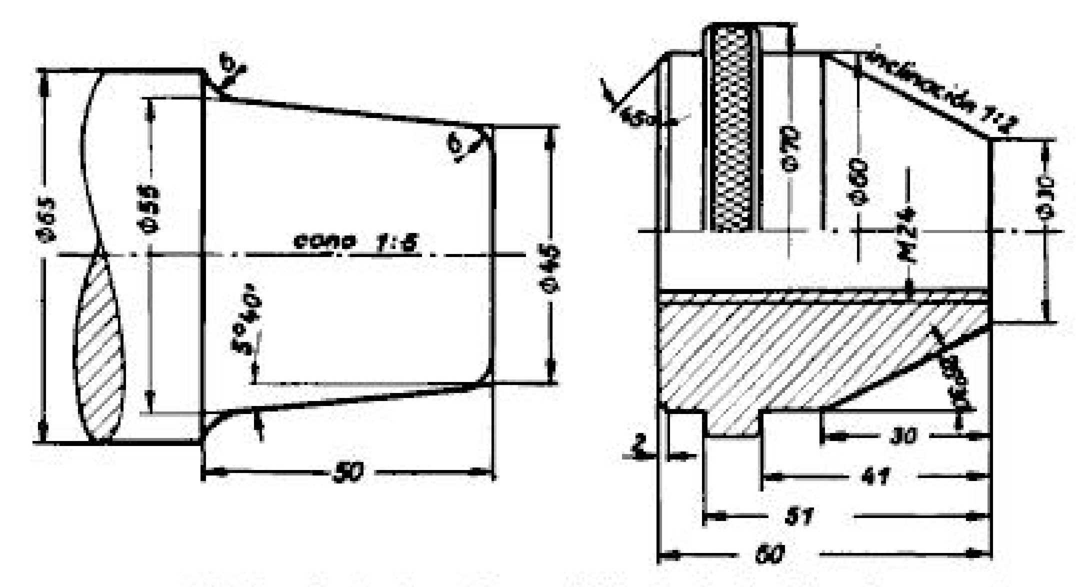


Fig. 10.55 Modo de indicar la conicidad y la inclinación en el dibujo, si se trata de un cono. Las líneas auxiliares de cota para el diámetro del cono arrancan de los puntos de intersección de las generatrices con las bases

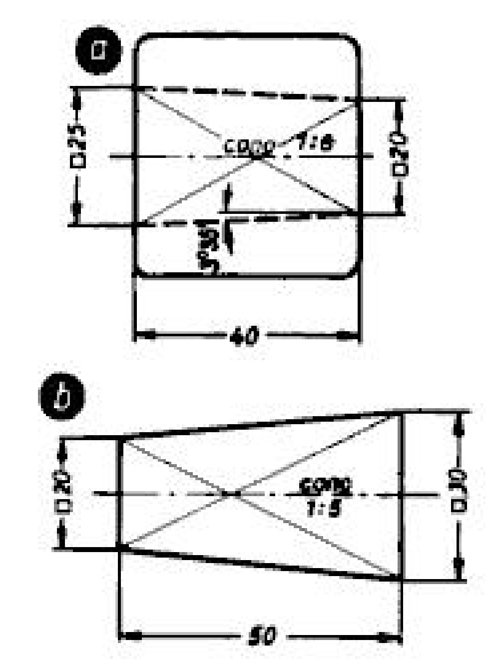


Fig. 10.56 Modo de indicar la conicidad en el dibujo, cuando se trata de un prisma cuadrado

sin necesidad de calcular nada, de las tablas que figuran en las hojas de normas correspondientes (DIN 254). En virtud de estos datos que aparecen en el dibujo. el tornero no tiene sino que ajustar el carro-soporte de su torno o bien desplazar el punto del cabezal móvil, para tornear el cono.

Cuando se trata de una *superficie piramidal cuadrada:*

El estrechamiento o convergencia que se observa en una pirámide se llama también *cono o conicidad* *. Este dato, lo mismo que en el caso del cono, debe ponerse también en forma de relación numérica, además de las cotas, encima del eje de la pirámide cuadrangular, por ejemplo: «Cono (o conicidad) 1:8». Cuando falta la segunda vista se provee a la pirámide de base cuadrada de la cruz de diagonales y el símbolo de cuadrado.

En lugar del «cono» puede darse también la semiconvergencia de las caras opuestas, es decir, la «inclinación», indicándose el valor correspondiente detrás de esa palabra, a lo largo de la traza de la cara correspondiente, por ejemplo: «Inclinación 1 :16».

Caso de *oblicuidad de una sola cara:*

Si se trata de chavetas, o de otras piezas con una sola cara inclinada, además de la longitud y de las alturas correspondientes, es muy conveniente indicar
F 10.57 la inclinación en forma de relación numérica y en forma de ángulo.

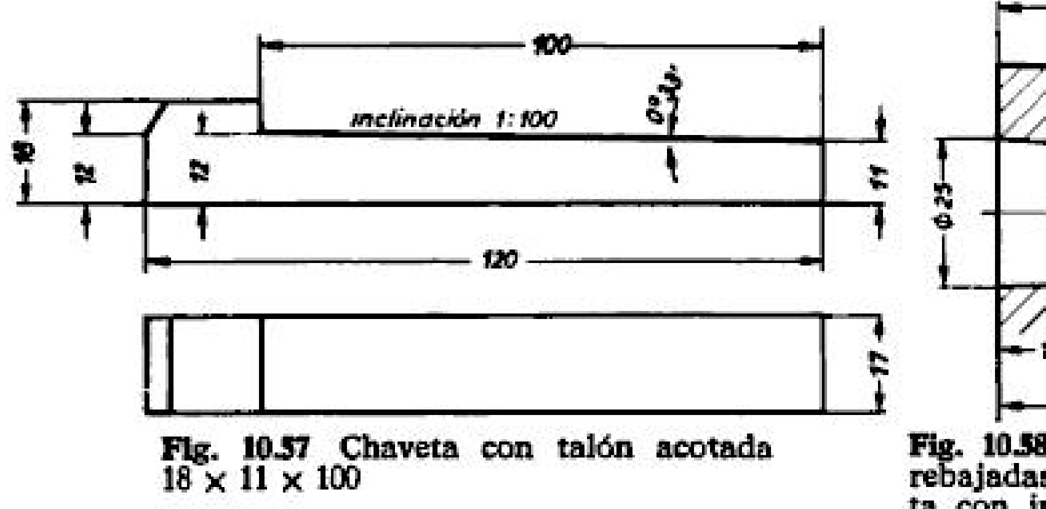


Fig. 10.57 Chaveta con talón acotada 18 × 11 × 100

Fig. 10.58 En cavidades cónicas rebajadas en cierta longitud, basta con indicar el **espesor de la viruta**

* *Nota del traductor.* Véase la nota anterior (pág. 143).

Fig. 10.64 Las cotas del martillo de enderezar se establecen de acuerdo con su proceso de fabricación:

a) Redondeamiento del acero para herramientas con un martillo de bola;
b) forjado hasta darle la longitud prescrita;
c) forjar y alisar el extremo;
d) quebrantar las aristas achaflanándolas, redondear el extremo;
e) hacer el agujero según medida;
f) tronzar a la longitud señalada;
g) recalcar el extremo tronzado;
h) planear sobre medida. Cepillar la superficie planeada. Redondear los cantos. Templar la superficie planeada

Sólo raramente se hacen dibujos especiales para el taller de modelos. El modelista confecciona su modelo a base de piezas, por lo que el dibujo de taller que representa la pieza a fundir debe contener todas las cotas necesarias para preparar esas distintas *piezas sueltas*, además de las *medidas principales* que relacionan entre sí estos componentes para dar lugar a la pieza completa. No es necesario consignar datos sobre las cotas de las marcas de machos ni sobre la división del modelo.

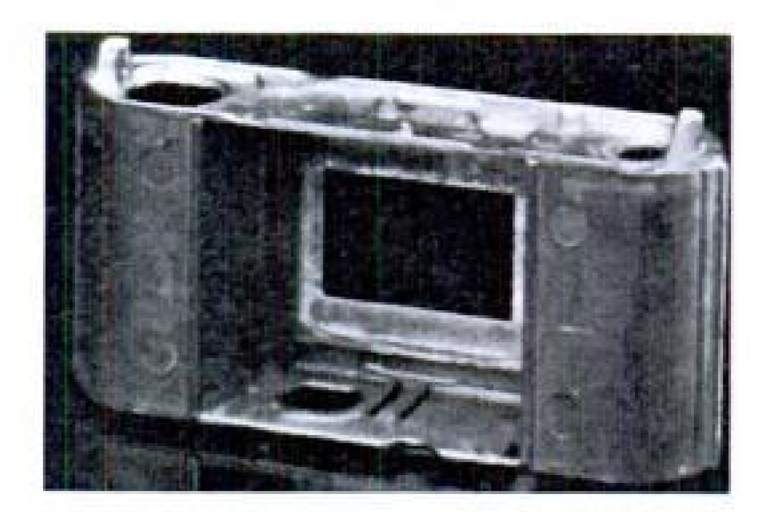
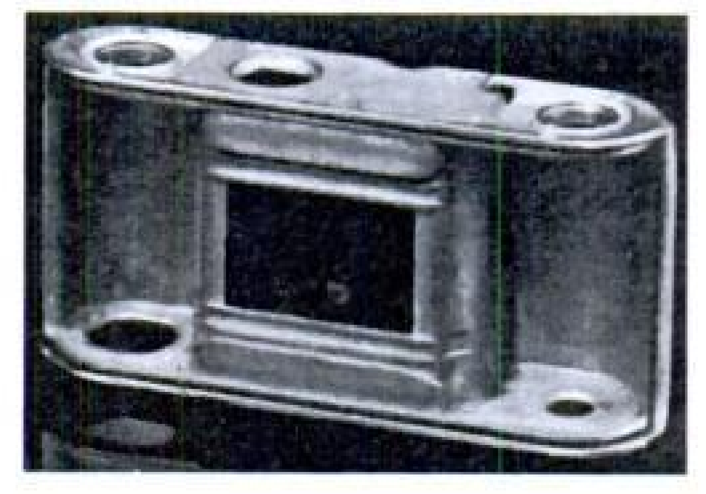



Fig. 10.73 Estuche de una cámara fotográfica en fundición prensada (vistas anterior y posterior)

F 10.73
F 10.74

nización, que siempre resulta caro. La acotación de piezas fundidas bajo presión está preferentemente encaminada a la representación de los moldes metálicos, que son siempre difíciles.

Hay que prestar atención a que la pieza fundida esté dispuesta, con respecto a la superficie divisoria del molde, de modo que el metal de colada llegue lo antes posible a las partes huecas del molde. Debe quedar asegurada la extracción de la pieza terminada del molde en que se ha fundido, mediante un ligero sesgo de las superficies, como de un 0,15 % aproximadamente, que es lo que se llama *despulla.* Los cambios violentos de sección transversal resultan peligrosos, siendo en cambio convenientes las transiciones y acanaladuras suaves. Con aleaciones de plomo, estaño y cinc, el menor radio admisible debe ser de 0,5 mm; en las de aluminio y magnesio, de 1 mm; y en las de cobre, de 1,5 mm. Todos los taladros y perfiles interiores deben disponerse con su correspondiente conicidad, para que la pieza pueda desprenderse fácilmente del molde. Los pernos o clavijas pueden inyectarse al mismo tiempo.

Según sea el tamaño de la pieza fundida, así deberá variar el espesor dado de más para el acabado entre 0,3 mm y 1 mm. Los espesores de pared deben ser uniformes en lo posible. Por término medio tienen: para el plomo y el estaño, de 0,5 a 2 mm; para el cinc, de 0,8 a 2,5 mm; para el aluminio, de 1,2 a 3 mm; para el magnesio, de 1 a 3 mm; y para el cobre, de 2 a 3 mm.

Acotaciones para el estirado y el embutido

Muchas piezas de fundición o conseguidas mediante mecanización de hierro moldeado por laminación o estirado, pueden obtenerse a veces más ventajosamente *sin arranque de viruta* por medio del estampado, del platinado o del aplanado.* Las principales ventajas de esta operación son: bajo coste de fabricación en la producción en serie y gran exactitud de medidas (hasta 1/100 mm). Estas ventajas aseguran al procedimiento de trabajo en cuestión un creciente campo de aplicaciones.

En el *estampado,* se modela el material sin que varíe perceptiblemente el espesor de la chapa. Exige este procedimiento profundos conocimientos sobre la construcción de la herramienta necesaria. Acotar piezas estampadas es lo mismo que acotar la herramienta que las corta.

---

* *Nota del traductor.* En el *platinado* se obtienen piezas de poco espesor mediante estampas adecuadas; si las formas obtenidas son planas, la operación se llama *aplanado.*

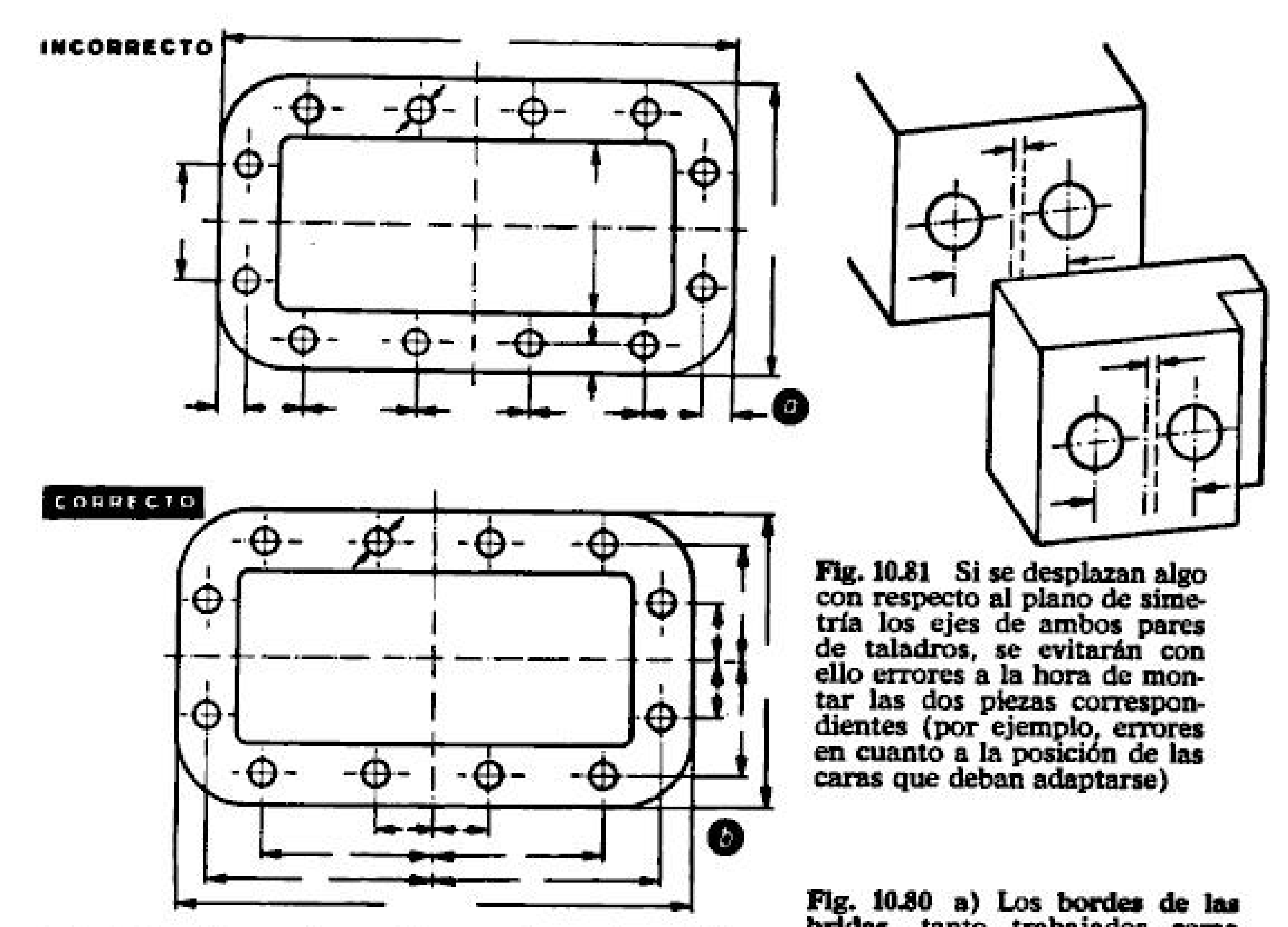


Fig. 10.81 Si se desplazan algo con respecto al plano de simetría los ejes de ambos pares de taladros, se evitarán con ello errores a la hora de montar las dos piezas correspondientes (por ejemplo, errores en cuanto a la posición de las caras que deban adaptarse)

Fig. 10.80 a) Los bordes de las bridas, tanto trabajados como que no lo estén, son impropios para bases de medidas, ya que, con objeto de que la pieza salga barata, tienen grandes inexactitudes. En las cadenas de cotas se recomienda prestar siempre gran atención. Como consecuencia de este sistema, puede resultar que los taladros de la pieza y de su pareja no coincidan uno sobre otro, dando ello lugar a piezas inútiles o a costosos trabajos de adaptación. b) Las bases de medidas son planos de simetría. Se han evitado las cadenas de cotas. El resultado de este modo de operar es que la pieza y su compañera se adaptarán perfectamente una sobre otra, coincidiendo bien los taladros

das en detalle, no se acotan o se indican sólo las cotas principales. Cuando se trata de varias piezas dibujadas unas dentro de otras, los conjuntos de cotas
F 10.78 se referirán siempre a una misma y única pieza.

Hay que acotar de tal manera que las piezas puedan acotarse rápidamente y sin dificultades, es decir, con el menor gasto. Las cotas de montaje deben meditarse bien para que no surjan después dificultades de funcionamiento que hagan necesario un costoso trabajo posterior. Las inexactitudes de fabricación debe procurarse que se queden relegadas a sitios poco importantes.

Para conseguir que coincidan los ejes de los taladros de piezas que hayan de ir fijadas una a otra por tornillos, hay que tomar las distancias entre agujeros, a poder ser con relación a los mismos ejes, y únicamente en caso de necesidad con relación a las mismas caras trabajadas de las partes que han de adaptarse
F 10.79 entre sí.

Las piezas que hayan de acoplarse entre sí tienen que acotarse del mismo modo.

F 10.80 Los cantos de fundición no son apropiados para base de medidas.

Para evitar errores en el acoplamiento de caras, es muy buena solución el des-
F 10.81 centramiento de los taladros.

Los ejes de cojinetes de elementos que engranen entre sí deben también aco-
F 10.82 tarse con referencia a la misma base de medidas. No deben sumarse los errores o inexactitudes.

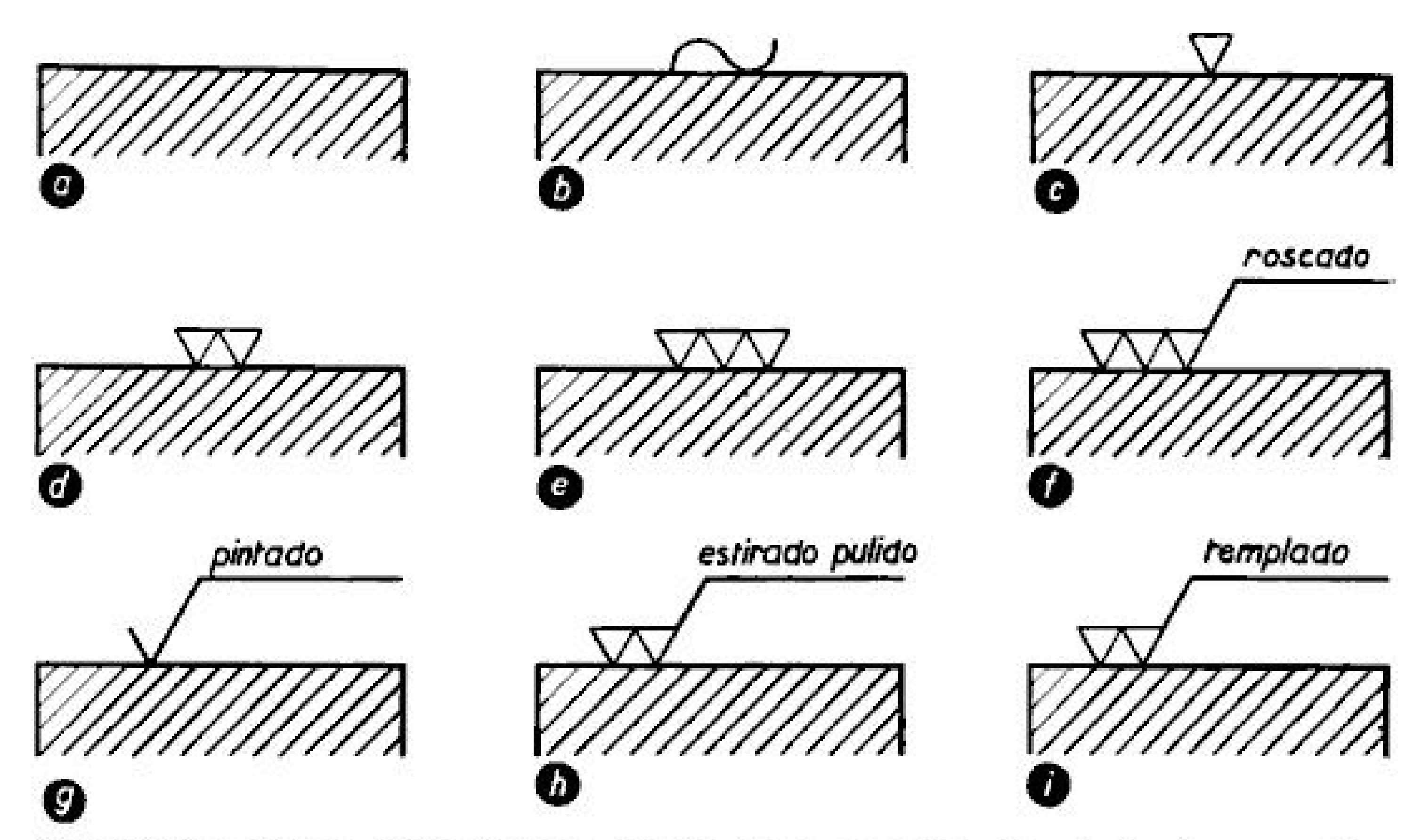


Fig. 11.8 Los signos determinan el alisado de la superficie. Las indicaciones escritas prescriben la clase de superficie. Los triángulos son el símbolo de la herramienta de corte. Se dibujan del mismo tamaño que las cifras de cota

Dos triángulos, ▽▽, significan uno o más afinados con levantamiento de virutas.(Las marcas pueden ser todavía visibles a simple vista.[1]) Profundidad de los surcos 4-25 μ.
Tres triángulos, ▽▽▽, indican que la superficie debe recibir uno o más afinados finos.(Los surcos no deben ya poderse apreciar a simple vista.[1]) El afinado y el afinado fino rectificado, esmerilado y bruñido se dan a las superficies sometidas a deslizamientos; profundidad de asperezas 1-4 μ m.
Muchas firmas designan con *cuatro triángulos,* ▽▽▽▽, la calidad de superficie que podemos llamar acabado superfino profundidad de marcas: inferior a 1 μ . Otras clases de acabados y de tratamientos especiales de las superficies se distinguen en el dibujo por medio de indicaciones escritas.
Los signos superficiales no dicen nada acerca de la precisión de las dimensiones. Tampoco determinan nada sobre la elección de la máquina que ha de producir la superficie en cuestión.

Los signos superficiales caracterizan el estado final de una superficie técnica. El procedimiento de acabado se determina en el taller o a la hora de preparación del trabajo. — Excepción: indicaciones especiales (por ejemplo, rascado).
Según DIN 3141, que corresponde a la fabricación moderna, se juzga sobre la superficie por las profundidades de aspereza (R_t). Las superficies de la pieza acabada se verifican en el taller con los así llamados tipos normales de superficies o con aparatos palpadores que van palpando la superficie mediante una aguja, análogamente a lo que hace el zafiro de los tocadiscos, transportando las ondulaciones, (amplificadas) a un papel milimetrado.

1. El texto encerrado entre paréntesis corresponde al antiguo concepto DIN.

o grandes oficinas técnicas se hacen ya las listas de piezas con ayuda de máquinas de escribir especiales mandadas mediante cintas perforadoras y al mismo tiempo se comparan y completan listas de almacén, listas de materiales, etc.

12.2. Números correlativos en el dibujo y en la lista de piezas

Para poder encontrar rápidamente en el dibujo, incluso en los planos de conjunto que constan de muchas piezas, cualquiera de las consignadas en la lista de despiece, se las provee de un número de pieza, o marca (se llama también número de posición), que aparece tanto en la lista de despiece como en el dibujo. Para el número de pieza no deben emplearse letras. Los datos especificativos se indican debajo con escritura de 3 mm. Si el número de piezas del plano es pequeño, no supone dificultad alguna el disponer los números correspondientes en la zona del dibujo. No hay entonces más que atender a colocarlos con esmero y ordenadamente, para que coadyuven al buen efecto del dibujo. Cuando el número de piezas es grande, hay que prestar atención y proceder metódicamente (sentido de las agujas del reloj) para asegurar que cada pieza pueda ser rápidamente localizada.

Existen dos posibilidades en cuanto a numeración de piezas. O bien se numera atendiendo al *material*, o bien atendiendo a *grupos* o *subgrupos de mecanismos*. En el primer caso se elige generalmente el siguiente orden de sucesión: elementos de fundición, elementos forjados, elementos de acero, bronce, etc., numerando correlativamente dentro de cada material por orden de tamaños a partir de la pieza más grande.

Si se quiere establecer la numeración de un modo orgánico, atendiendo al montaje del conjunto, se da racionalmente a cada grupo de mecanismos un antenúmero que, según sea la cantidad de subgrupos, puede ser, por ejemplo, una cifra de los millares, para que de este modo cada pieza del mismo grupo de mecanismos tenga un número que empiece por la misma cifra de millar. Dentro del grupo de mecanismos se dará un número de las centenas a cada uno de los subgrupos que integran aquel conjunto superior, de modo que cada subgrupo aparezca con su cifra de centenas que lo caracterice. A su vez, se numeran correlativamente las piezas de cada subgrupo. Este procedimiento de la «numeración parlante» facilita la búsqueda de los números de las piezas.

Los números que llevan las piezas son grandes y recios —dos o tres veces mayores que los de las cotas, y al menos con 5 mm de altura. No deben ser en-
F 12.2 marcados.

Los grandes dibujos de conjunto, con todas las cotas, no se emplean ya hoy día, por resultar inadecuados para la fabricación de las piezas sueltas. Para facilitar el trabajo al taller, no se dota a estos planos de conjunto sino de las cotas principales y los números de las piezas, desdoblándolos en dibujos sueltos parciales que llevan el número del plano principal y de la pieza y van al taller en forma de reproducción a la luz.

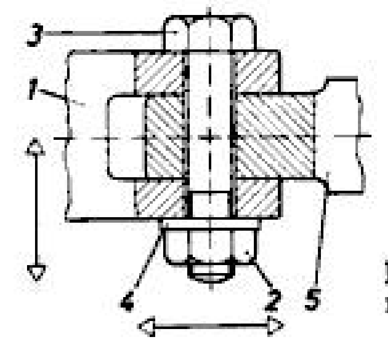


Fig. 12.2 Los números correlativos se disponen en la figura de tal modo que resalten en ella sobre una misma línea horizontal o vertical

13. Representación de intersecciones

Cuando los cuerpos elementales que constituyen un elemento de máquina no se yuxtaponen unos a otros, sino que se penetran entre sí, se produce lo que llamamos *intersecciones y penetraciones de cuerpos*, con nuevas aristas, que son las *líneas de intersección o de penetración*. Estas líneas intervienen frecuentemente en el dibujo técnico y tienen que determinarse cuidadosamente. Su representación gráfica exige una bien desarrollada facultad de ver en el espacio, que debe ensayarse a fondo. F 13.1

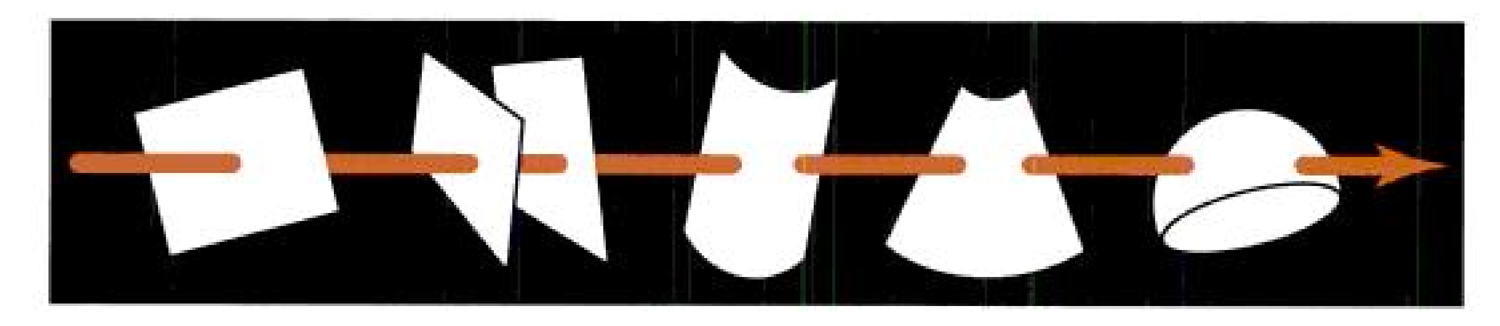


Fig 13.1 En el dibujo técnico se cortan entre sí las rectas, los planos, los cilindros, los conos y las esferas

13.1. Intersección de rectas y superficies

Como los cuerpos elementales limitados por superficies planas poseen aristas rectas y las superficies laterales de cilindros y conos pueden igualmente considerarse formadas por rectas, resulta en definitiva que las intersecciones o penetraciones más corrientes en la técnica pueden reducirse a dos casos fundamentales:

Intersección de una recta con un plano, o penetración de la primera a través del segundo.

Intersección de una recta con una superficie curva, o penetración de la primera a través de la segunda.

Regla: Los problemas de intersección se resuelven haciendo uso de planos o secciones auxiliares.

1. Una recta oblicua en el espacio atraviesa una superficie plana. Hállese el punto de intersección.
   Se traza una sección por el plano dado que contenga a la recta y sea normal al plano del dibujo de la vista principal. Esta sección queda cubierta por la recta y está en la vista principal por detrás de ésta, siendo por lo tanto oculta. Si se bajan verticalmente los extremos de la línea de intersección constituida en la vista principal, se hará visible esa línea en la vista superior. El punto en que se corta con la recta dada será el punto de intersección buscado, que puede ya referirse ahora verticalmente a la vista de frente situada encima en el plano del dibujo. F 13.2 F 13.3
2. Una recta oblicua en el espacio atraviesa varios planos. Hállense los puntos de intersección.
   Se obtienen los puntos de intersección por el mismo camino que en el problema 1, incluso en el caso en que los planos en cuestión limiten un cuerpo. F 13.4
3. Intersección de planos oblicuos. Dibújense las líneas de intersección.

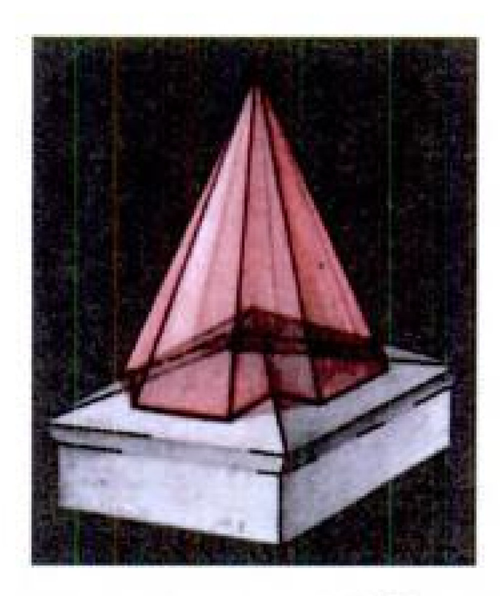
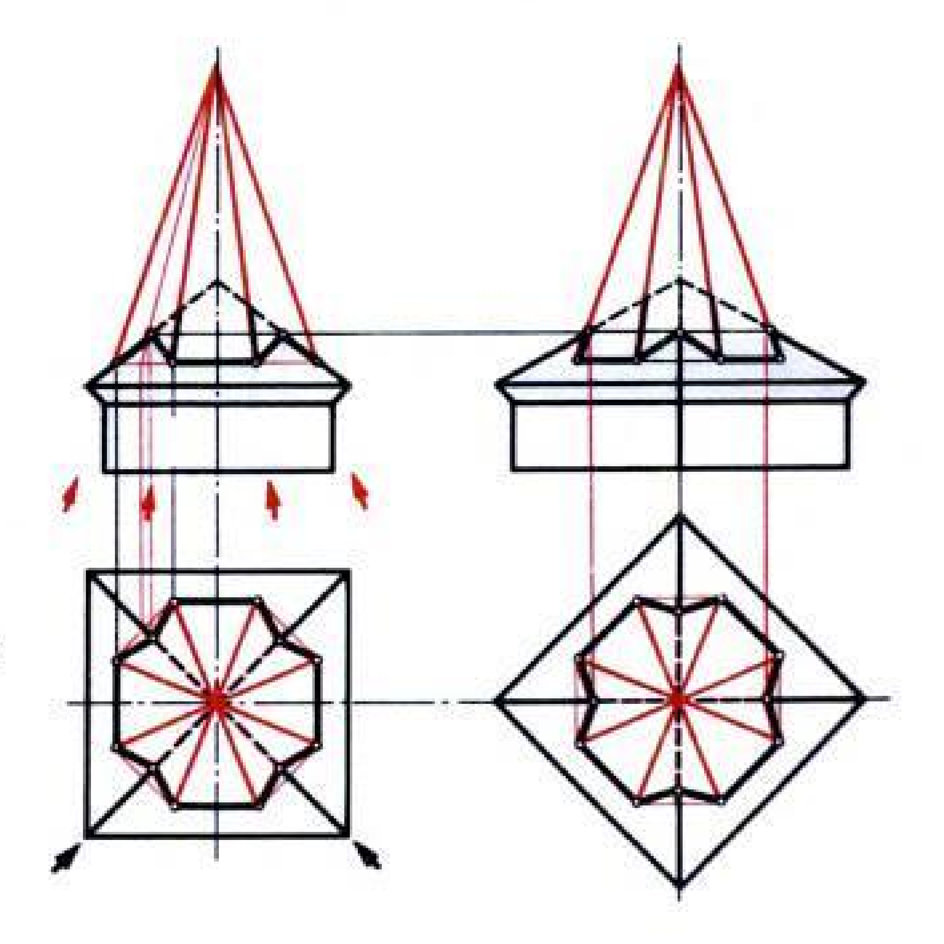


Fig. 13.14 Una pirámide atraviesa otra con la que es coaxil



Si se atraviesan entre sí dos cuerpos limitados por superficies planas, los cantos o aristas de la penetración serán siempre líneas rectas.
Pero se llama penetración también a una construcción cuando el segundo cuerpo (penetrante) no se dibuja, sino que se dibujan únicamente las aristas producidas por la penetración en el primer cuerpo. Sería el caso de que supusiéramos suprimido el cuerpo penetrador que aparece impreso en rojo.

13.3. Intersecciones de cuerpos limitados por planos con cuerpos limitados por superficies curvas

Un plano corta una superficie curva cuando la sección no es paralela a su eje de curvatura en forma de una línea curva (piénsese, por ejemplo, en el corte del cuchillo sobre la longaniza). Esto hace que el dibujo de las líneas de intersección o de penetración se dificulte. Cuando se trataba de cuerpos limitados por planos, no hacía falta nada más que hallar los puntos de intersección de las aristas de cada cuerpo con las superficies planas del otro cuerpo y unirlos entre sí por medio de rectas. El número de planos auxiliares era pequeño. Ahora, por el contrario, no resultan exactas las líneas curvas de intersección sino cuando se determinan muchos puntos.
No bastarán ahora secciones auxiliares aisladas, sino que hará falta emplear series enteras de cortes de distintas clases, cuyos puntos de intersección se unirán por medio de la plantilla o regla para curvas.

1. Un prisma rectangular atraviesa un cilindro vertical.
   Como el cilindro se representa en la vista superior mediante una circunferencia, aparecen allí directamente los puntos de intersección de las aristas del prisma. Se transportan verticalmente a la vista de frente. Los puntos intermedios de las curvas de penetración se obtiene mediante
F 13.15 una serie de secciones paralelas que lo sean a la vez de las aristas del
F 13.16 prisma.

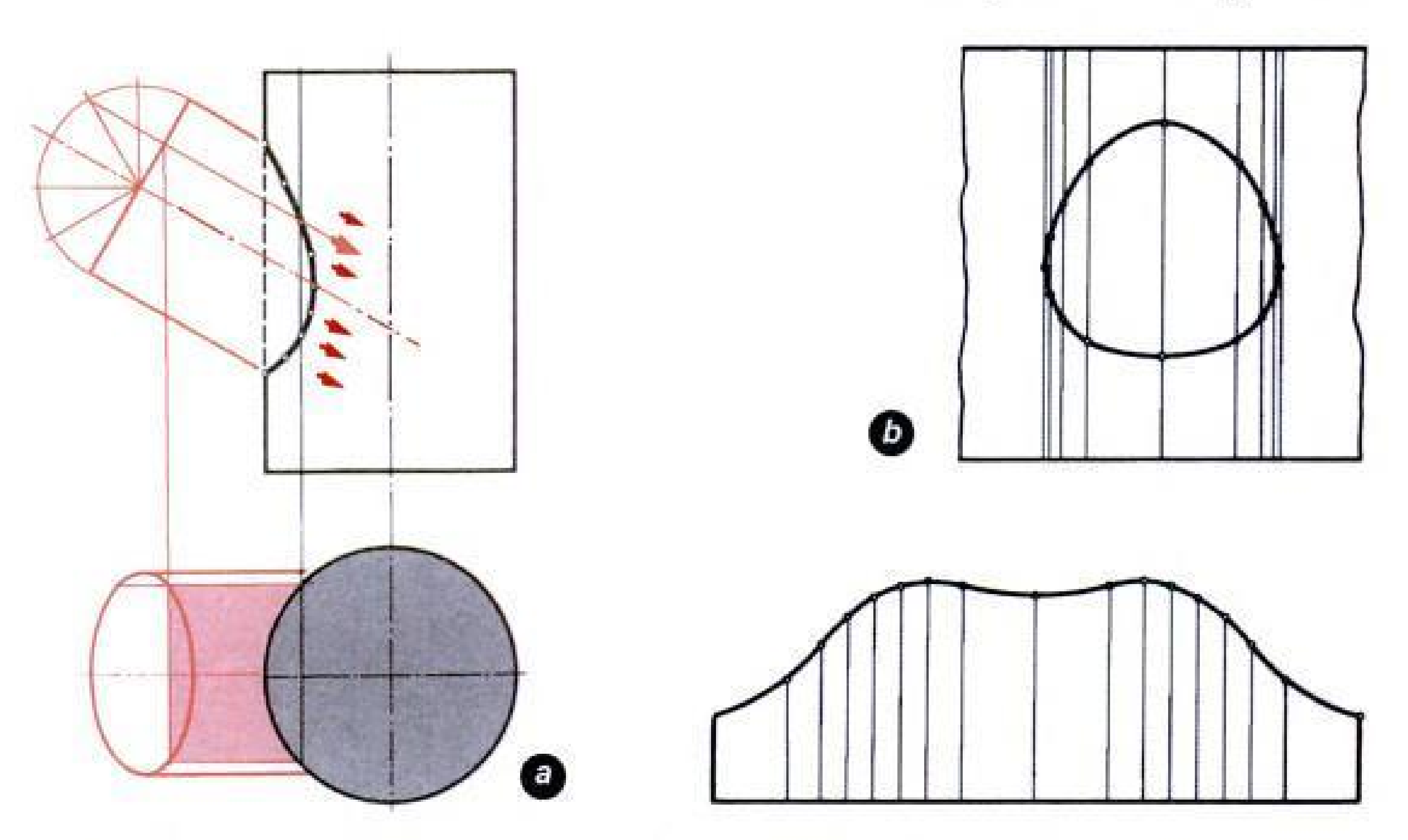


Fig. 13.30 a) Dos cilindros cuyos ejes se cortan en ángulo agudo. b) Desarrollo de los cilindros resultantes

2. Dos cilindros rectos desiguales se cortan. Sus ejes lo hacen en ángulo agudo.
   Para hallar la curva de intersección, se escogen planos paralelos al eje del cilindro inclinado y que sean normales a la vista principal, donde aparecerán señalados esos planos con un haz de rectas paralelas. Las secciones se verán entonces en la vista superior como rectángulos y circunferencias, cuyas intersecciones nos conducen en la vista principal a la curva cerrada. **F 13.30**
   Otro camino que puede seguirse es el siguiente: Se trazan planos paralelos a ambos ejes a la vez. Estos planos darán intersecciones en forma de rectángulo en los dos cilindros, ya que los cortan según sus generatrices rectilíneas, y las intersecciones de estas rectas correspondientes son puntos de la curva.
3. Dos cilindros desiguales se cortan. Sus ejes se cortan en ángulo recto. Dibújese la curva de intersección sin empleo de vista superior y lateral. En contraposición con las superficies planas auxiliares empleadas hasta ahora (cortes paralelos y cortes radiales), vamos a emplear aquí superficies esféricas como auxiliares. Se establecen, pues, una serie de cortes

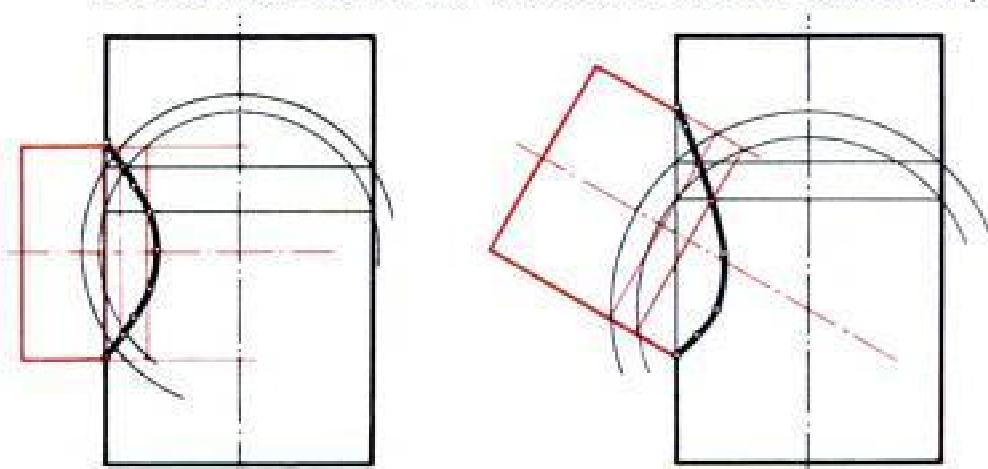


Fig. 13.31 El empleo de esferas auxiliares ahorra trabajo pero sólo es utilizable cuando los ejes de los cuerpos de revolución se cortan. La curva se produce en una sola vista

Fig. 13.39 Los ejes de los conos no se cortan

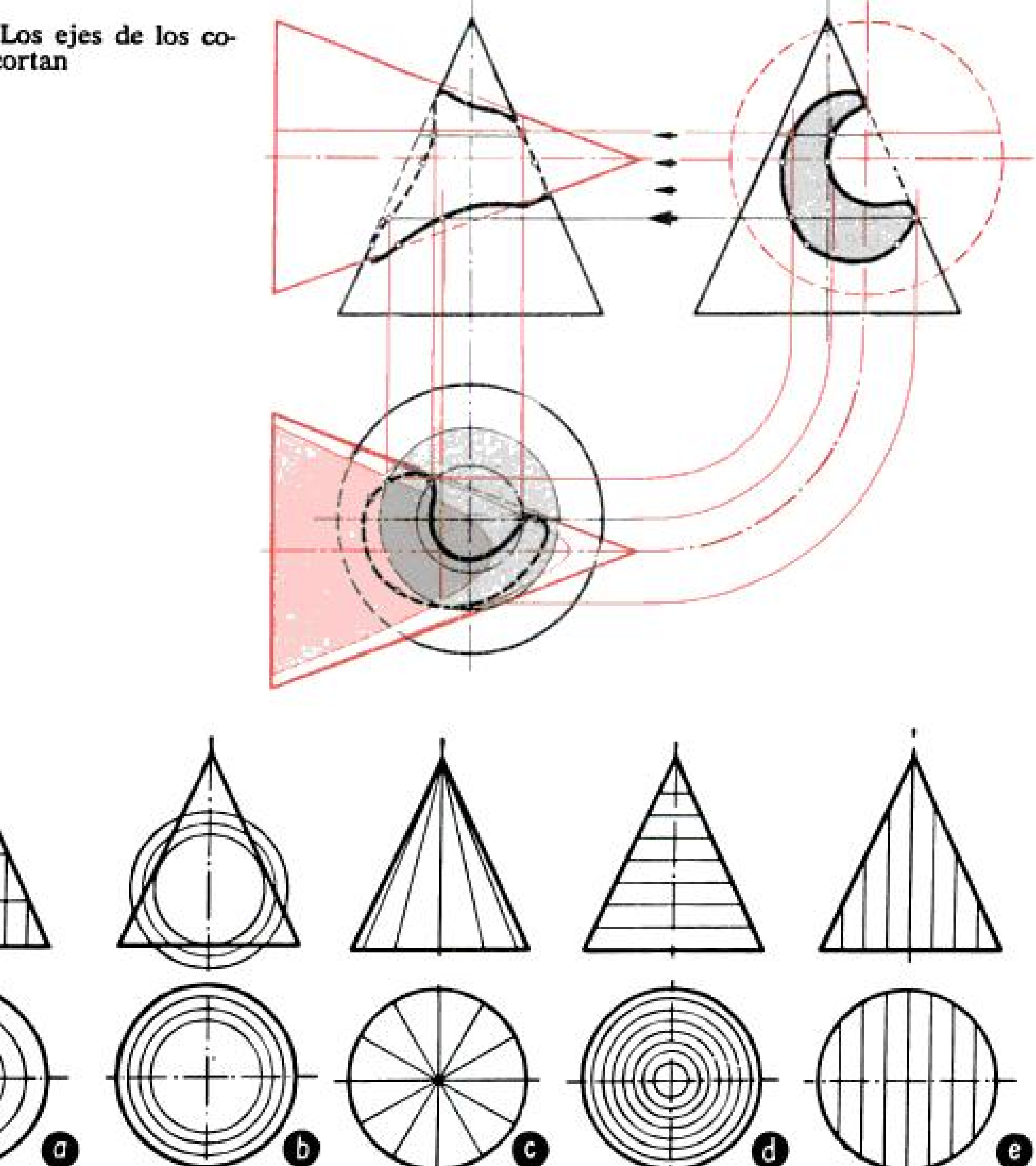


Fig. 13.40 Una serie de cortes conduce a la línea de intersección. La elección de los cortes más convenientes es cuestión que le compete realizar al dibujante. (**a**) secciones con cilindros, (**b**) secciones esféricas, (**c**) secciones radiales, (**d**) secciones horizontales, (**e**) secciones verticales

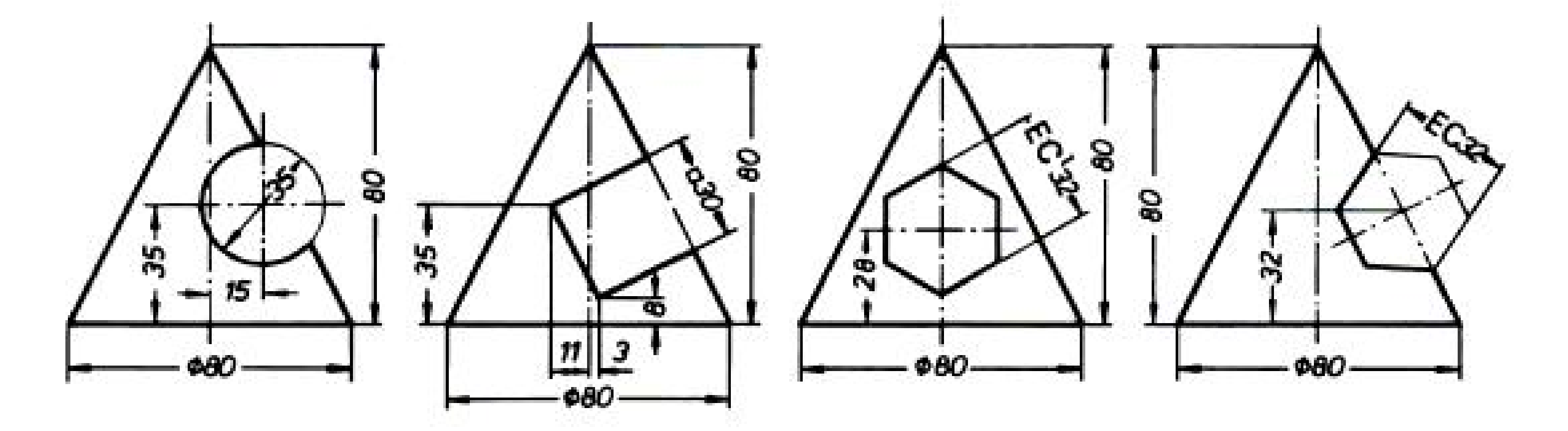


Fig. 13.41 Ejercicio: Intersecciones de un cono con cilindros y prismas

1. *Nota del traductor*. Véase nota de pie de página en página 174.

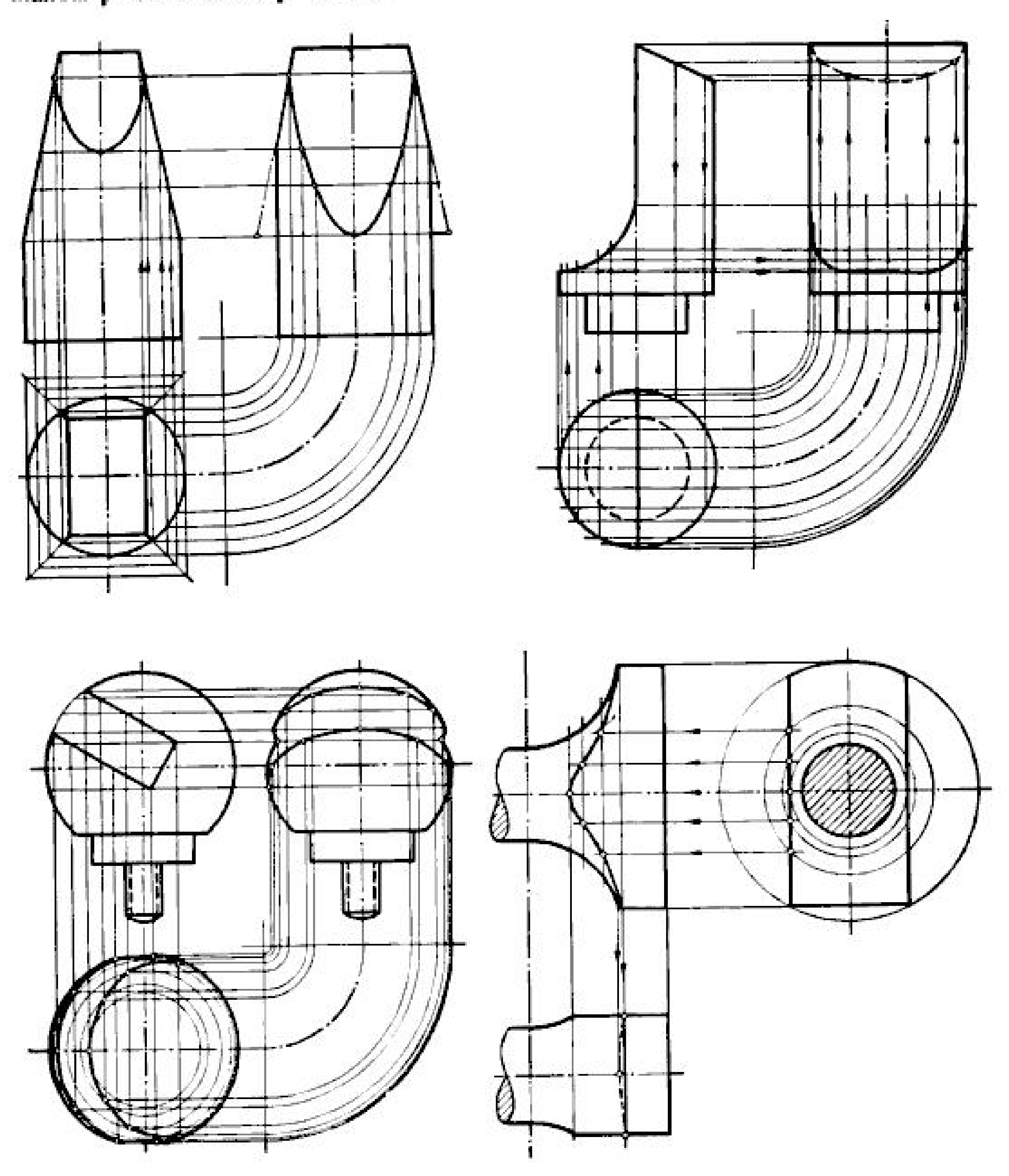


Fig. 13.47 Líneas de corte o intersección en piezas de máquinas

En el caso de aristas o cantos sencillos producidos en el mecanizado no se necesitará siempre de una construcción auxiliar, siempre laboriosa, para obtener los necesarios puntos de construcción. En muchos casos bastará tomar con el compás de puntas los segmentos necesarios. F 13.48

Ejercicios

Dibújense los cuerpos dados en tres vistas, realizando el dibujo a modo de plano de taller, es decir, consignando todas las cotas y los signos superficiales

14. Representación de un cuerpo en perspectiva

Entre los sistemas de dibujo técnico, se emplea el del dibujo en perspectiva cuando se trata de hacer fácilmente inteligible a los no versados una pieza de máquina, un aparato, una máquina o una instalación industrial o técnica. Pueden presentarse con claridad incluso formas difíciles o complicadas. El dibujo en perspectiva permite representar objetos que hayamos proyectado, tal como nos los presenta una fotografía, pudiéndose trabajar para ello con un punto de vista arbitrariamente elegido.
La exactitud en el dibujo es condición previa para la puesta en práctica de este procedimiento de representación, y si se emplean los llamados puntos de fuga, se necesita también de modo imprescindible un tablero suficientemente grande
Según lo que se quiera mostrar o qué partes se quieran hacer resaltar se utiliza uno u otro de los distintos procedimientos de representación en perspectiva.

14.1. Perspectiva paralela

Para poner en perspectiva rápidamente objetos de poca extensión, se usa la *perspectiva paralela.*
Al ojo humano, los objetos de un mismo tamaño le parecen tanto menores cuanto más alejados se hallen de él. Este efecto radica en la divergencia de los rayos luminosos. Sólo cuando el objeto que emite la luz se halla infinitamente lejos, o al menos muy lejos del observador, como por ejemplo el sol, se presentan sus rayos como prácticamente paralelos. Unicamente cuando se contempla desde un punto de vista infinitamente alejado, nos presenta un cuerpo las figuras sencillas que llamamos vistas de frente, superior y lateral, tal como las representa el delineante y como nos las dan los rayos paralelos del sol. **F 14.1**

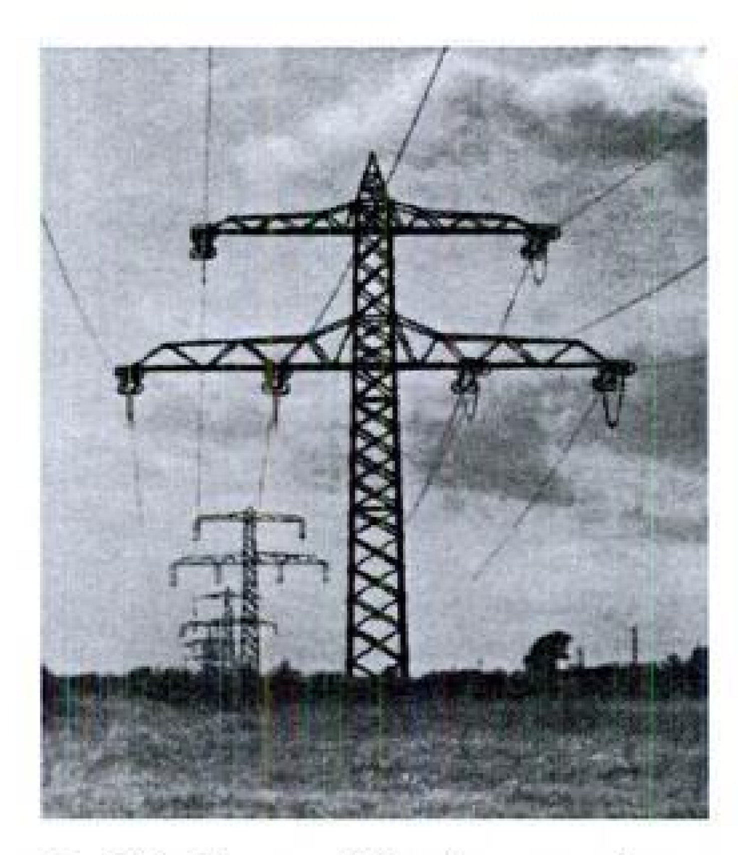


Fig. 14.1 Cuerpos del mismo tamaño se nos aparecen como tanto más pequeños cuanto más alejados se hallen del ojo. Todas las aristas verticales permanecen verticales

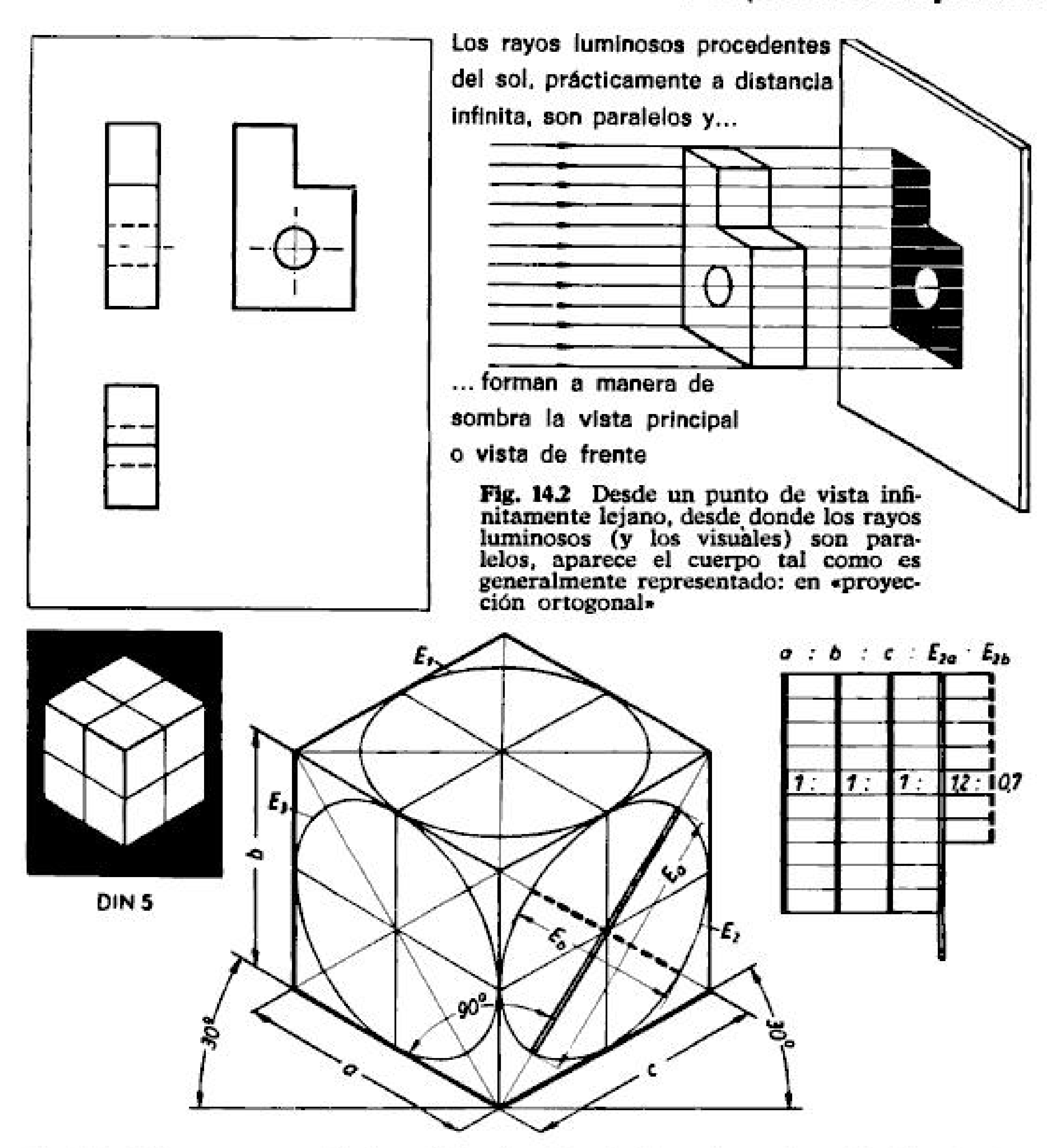


Fig. 14.2 Desde un punto de vista infinitamente lejano, desde donde los rayos luminosos (y los visuales) son paralelos, aparece el cuerpo tal como es generalmente representado: en «proyección ortogonal»

Fig. 14.3 Cubo en proyección isométrica: ángulos de 30°, aristas sin reducción. Resulta cómodo de trazar, pero las aristas de delante y las de detrás coinciden en una misma recta

Si permanece el observador infinitamente alejado del objeto y varía su punto de estación únicamente hacia un lado y hacia arriba, o —lo que es igual— gira e inclina el cuerpo con relación a su posición normal, obtendremos la
F 14.2 imagen llamada perspectiva o *proyección caballera* (algunos la llaman también
F 14.3 *paralela*), que es una representación en perspectiva empleada cuando el efecto
F 14.4 perspectiva haya de alcanzarse rápidamente y por los medios más sencillos *.
Comparando dos imágenes perspectivas de un mismo cuerpo, resulta sorprendente cómo pueden engañar a uno.

Según la relación en que se representen los lados se distingue entre *proyección isométrica y dimétrica.*

---

* *Nota del traductor.* Tanto lo que llama el autor proyección paralela como las que llama isométrica y dimétrica son otras tantas formas de la *perspectiva axonométrica.* La proyec-

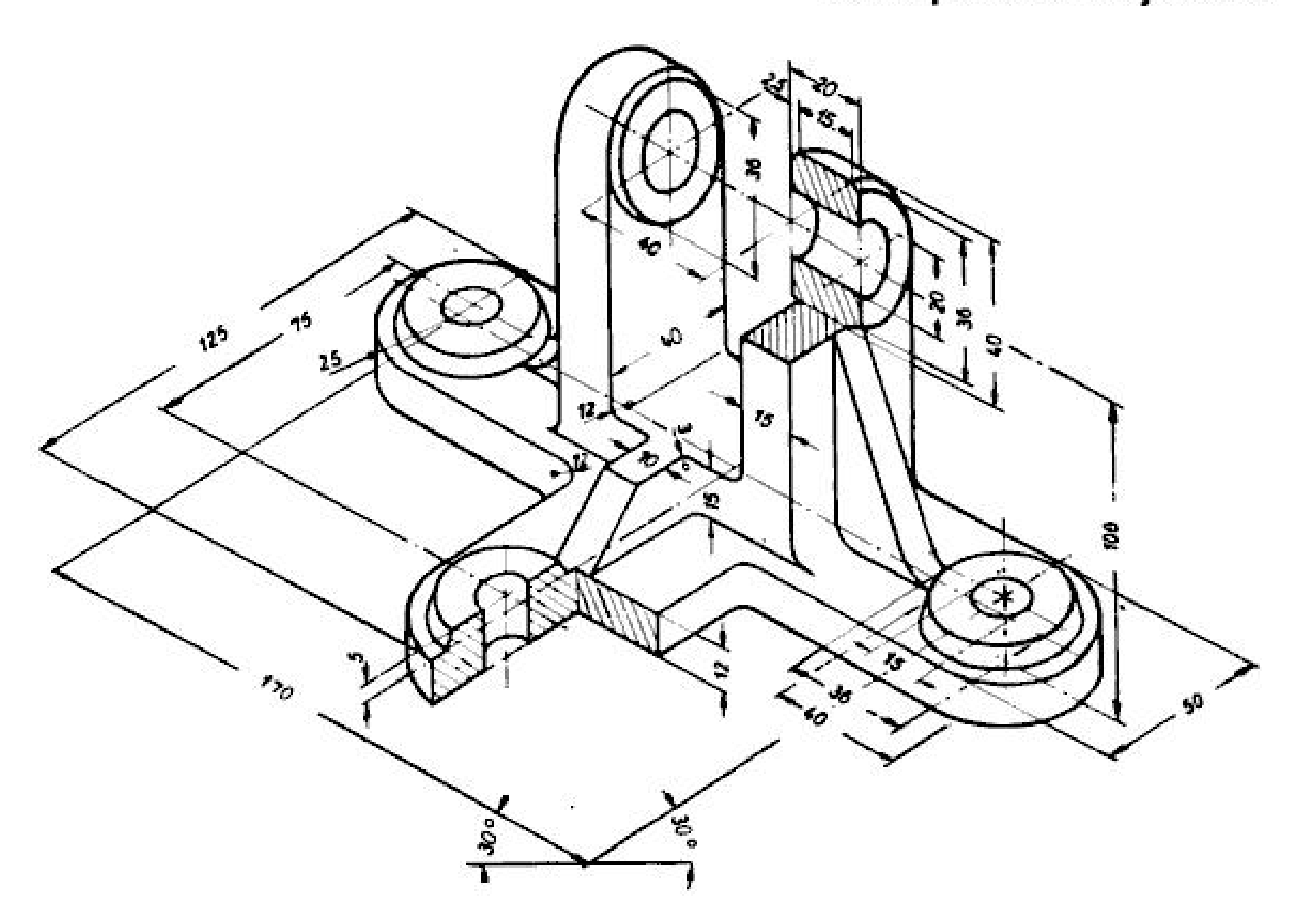


Fig. 14.5 Perspectiva isométrica de un soporte

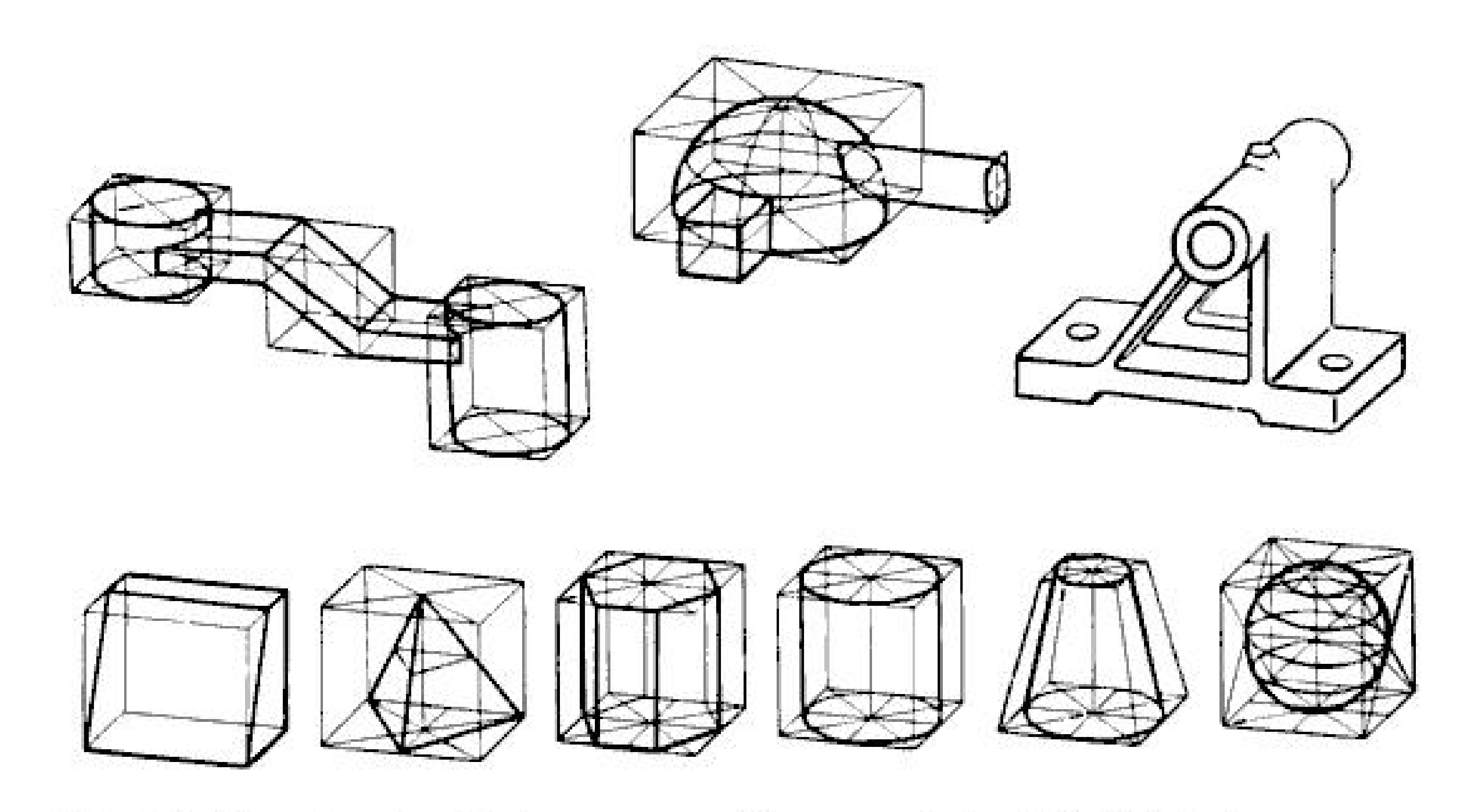


Fig. 14.6 Elementos de máquinas en proyección axonométrica (dimétrica): Las perspectivas de los cuerpos fundamentales y de los elementos de máquinas se obtienen basándose en los primas circunscritos correspondientes

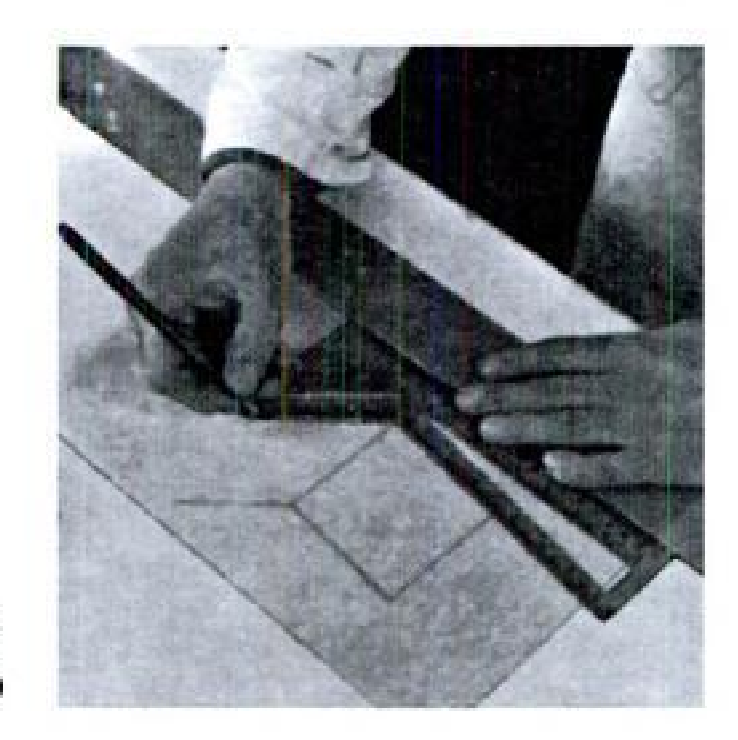


Fig. 14.7 Las figuras en perspectiva axonométrica se pueden trazar mediante una plantilla adecuada (véase también Fig. 3.54)

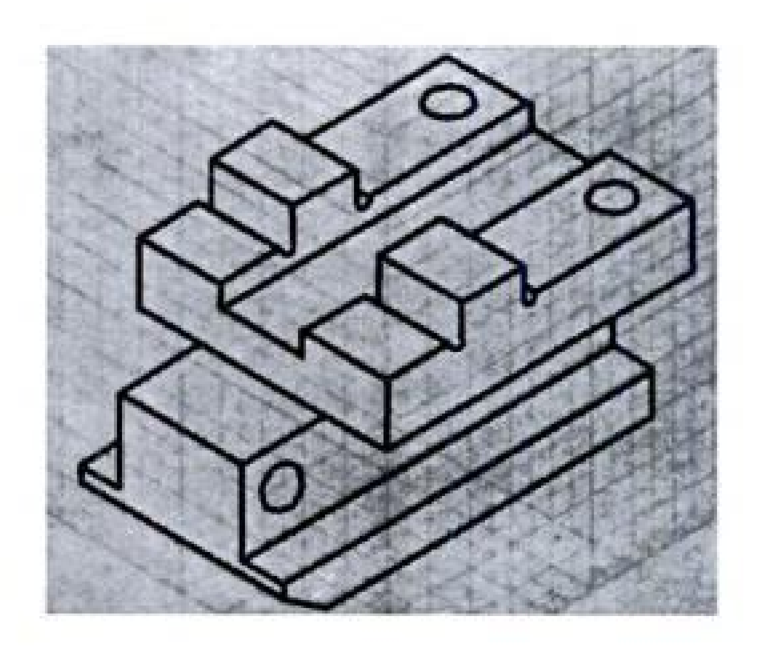


Fig. 14.8 Perspectiva isométrica

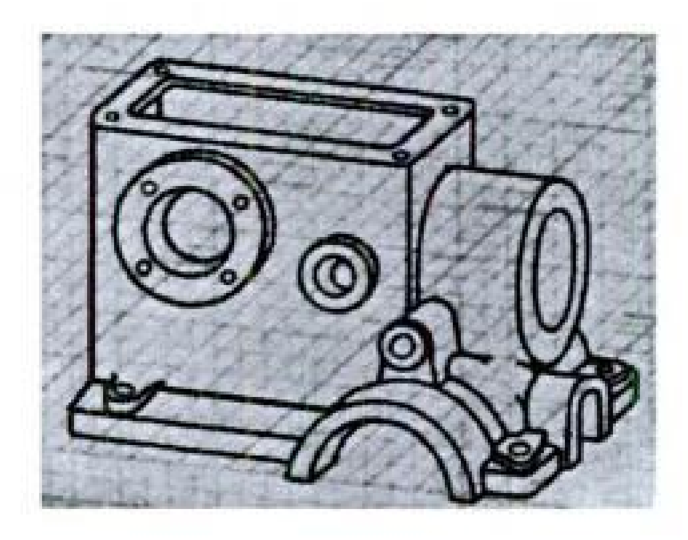


Fig. 14.9 Perspectiva dimétrica

Dibujos realizados sobre papel para perspectivas

mente de los prismas circunscritos. La preparación de perspectiva dimétricas se facilita mediante el empleo de plantillas que llevan los ángulos precisos, o mediante papel para perspectivas rayado convenientemente para ello. **F 14.6 a F 14.9**

14.2. Perspectiva central o cónica

Mediante el dibujo en perspectiva, que, como puede verse por lo dicho más arriba, trata de dar la impresión de la tercera dimensión mediante un giro y un acortamiento, se pretende —sobre todo en asuntos de propaganda— que la persona a quien uno se dirige comprenda fácilmente las formas y los procesos técnicos.

Cuanto más plástica es la figura, tanto más eficaz es el efecto producido. No sin fundamento van ganando más y más terreno las películas plásticas y en color.

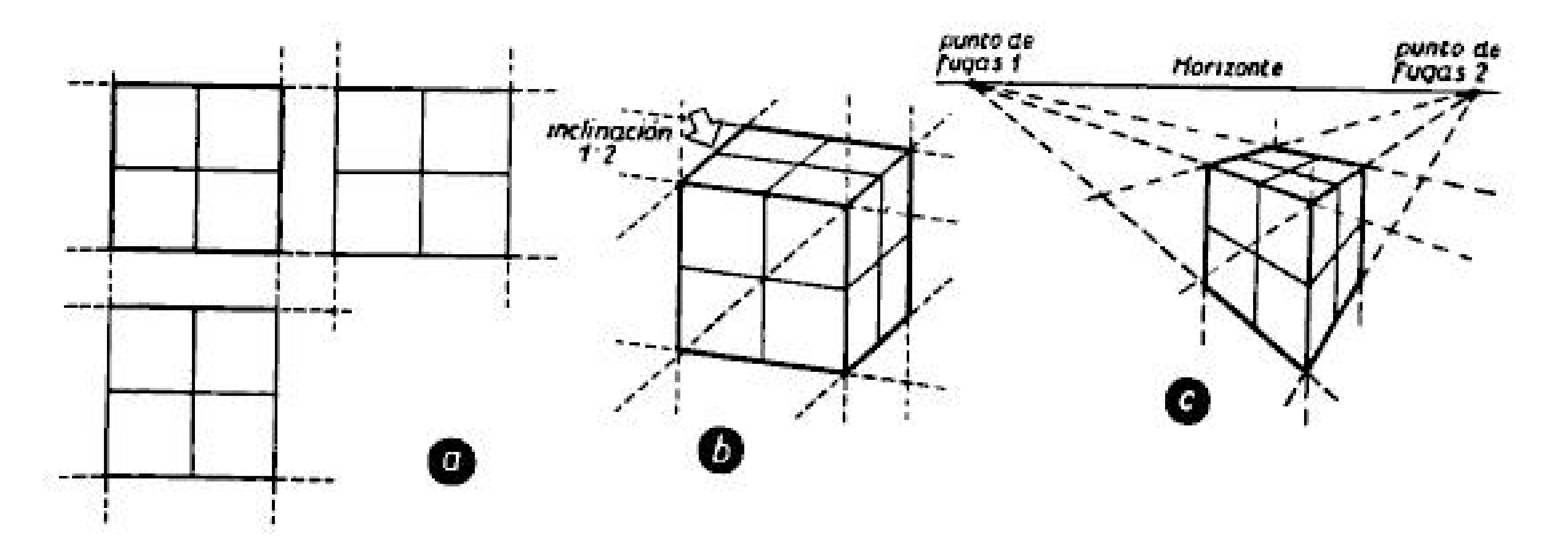


Fig. 14.10 a) El observador que contempla el cubo desde el infinito, lo ve en proyección ortogonal. b) Si el cubo se gira hacia la derecha y se inclina un poco, se nos presentará en proyección paralela. c) Si se acerca el observador al cubo, lo verá en proyección central

La impresión de corporeidad se obtiene, especialmente en el dibujo de objetos
F 14.10 grandes, mediante la *perspectiva central*, también llamada *perspectiva cónica*. Cuando se acerca el observador desde el infinito al cuerpo que se trate de representar, entran en juego las leyes ópticas de la perspectiva central. Mientras que en la perspectiva paralela no se tenía para nada en cuenta la situación del ojo del observador, que suponíamos alejado al infinito, aquí, en perspectiva central, son decisivos para el efecto de la imagen la altura del ojo y los puntos de fuga. Habitualmente se considera el ojo del observador a 1,60 m sobre el nivel del suelo.

Los objetos pequeños, por ejemplo piezas de máquinas, se dibujan con una línea de altura de ojos o de horizonte muy alta, mientras que en el caso de máquinas-herramienta, muebles, etc., esa línea se considera más baja. Cuando se trata de edificios, lo corriente es poner el horizonte muy bajo.

F 14.11 a F 14.13 Se empieza hoy a discrepar de esta regla y se llega precisamente con ello a efectos de perspectiva realmente impresionantes. Para la ejecución de dibujos en perspectiva se emplean construcciones especiales o papel para perspectivas. Como base para la representación en perspectiva, se croquizan frecuentemente piezas de máquinas en vista corpórea, es decir, se dibujan en perspectiva, a mano alzada. Éste es un procedimiento muy utilizado para entenderse, hasta

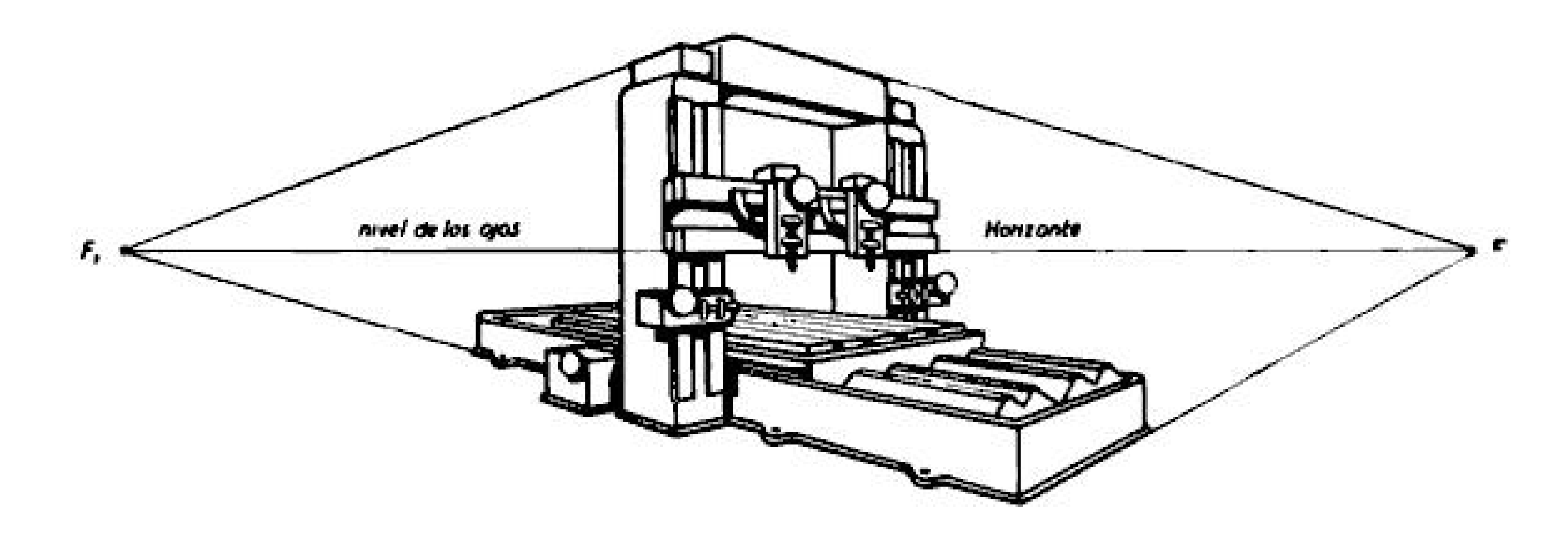


Fig. 14.11 Perspectiva central. Máquina contemplada desde una altura normal de los ojos (160 cm) (vista normal)

entre técnicos, cuando ha de aclararse al cliente rápidamente cualquier duda que pudiera abrigar todavía. Aquí se destaca especialmente la superioridad que tiene el dibujo sobre la palabra, incluso en estos dibujos rápidos. El croquis en perspectiva se realiza esencialmente según las leyes del dibujo construido en perspectiva con arreglo a todos los requisitos, y generalmente por el procedimiento de la perspectiva axonométrica. El dibujante experimentado puede, no obstante, desligarse de la rigidez de los preceptos y, especialmente en el caso de objetos grandes, hacer el croquis tal como ve realmente el tema, es decir, en proyección central. Por medio de una serie de recursos sencillos, tales como degradaciones de tintas, rayados y sombreados, pueden aumentarse
F 14.14 la claridad y el efecto de perspectiva del croquis.

15. Tolerancias y ajustes

Antiguamente se construían los elementos de máquinas para *una* máquina especialmente. Hoy día se fabrican *en serie* para una serie completa de máquinas iguales, con objeto de que salgan más baratas. Para esto hay que dar por sentado lo siguiente: las piezas han de manufacturarse de tal modo que puedan recambiarse sin trabajo posterior y suministrarse a través de las fronteras de los países, es decir, que puedan intercambiarse a voluntad, ajustando perfectamente unas en el lugar de las otras.
El cojinete debe ajustar con su eje, el muelle en su ranura o encaje, la cruceta en sus guías, lo mismo que ajustan el sombrero en la cabeza, el traje en el cuerpo y el guante en la mano.

15.1. Tipo de ajuste y exactitud

Dos piezas ajustan, según necesidades, *flojas* entre sí, es decir, «tienen juego» la una en la otra, como la llave en la cerradura, o están, por el contrario, «apre-

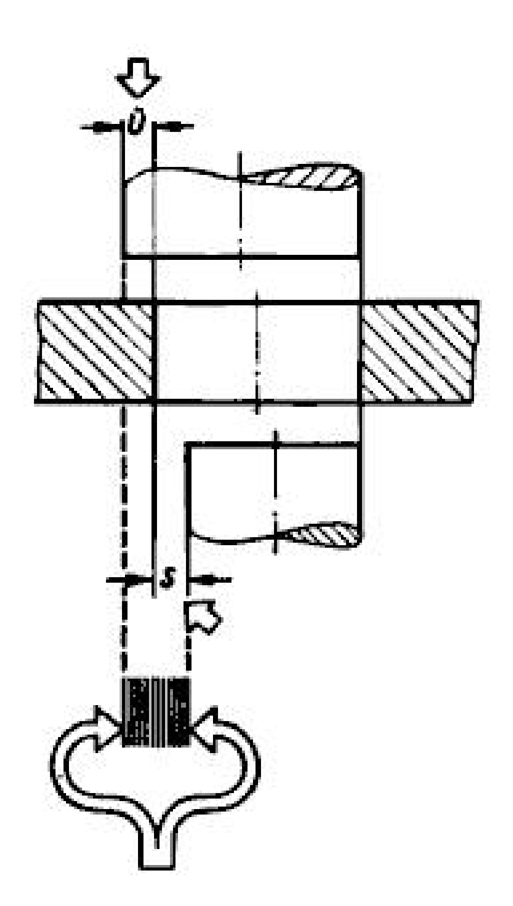
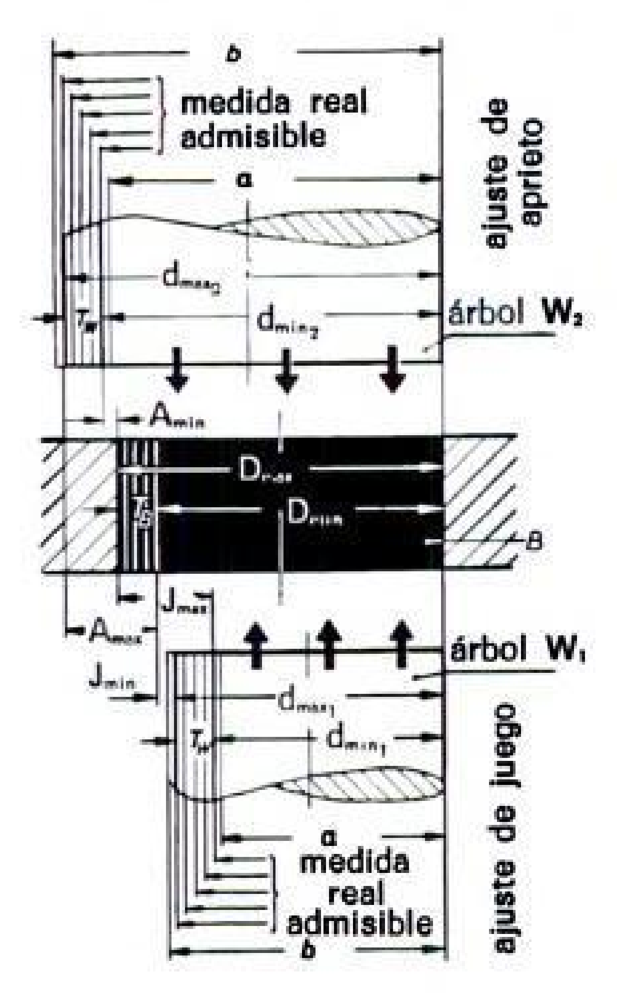


Fig. 15.1 Aprieto y juego: «Aprieto» = Ü* es la diferencia entre la medida exterior de la pieza interior y la medida interior de la pieza exterior, cuando el diámetro del árbol es mayor que el del agujero. «Juego» = S* es la diferencia entre la medida exterior de la pieza interior y la medida interior de la pieza exterior cuando el diámetro del árbol es menor que el del agujero. Entre el aprieto mayor y el juego mayor se hallan todos los árboles que ajustan en ese agujero

tadas» la una en la otra, como el corcho en la botella o el eje en el taladro del cubo de la rueda dentada. Si el eje está flojo en un alojamiento, tiene *juego* en
él; si está fuertemente comprimido en su interior, se dice que tiene *aprieto*. F 15.1
El juego y el aprieto pueden tener los valores más variados y han de poderse medir.
Hace todavía muy pocos años, la cuestión de las mediciones en construcción de maquinaria estaba en un estado de desarrollo realmente rudimentario. Por

* *Nota del traductor*. *Ü* y *S* son iniciales de las palabras alemanas *Übermass* y *Spiel*, que traducimos por *aprieto* y *juego*, respectivamente.



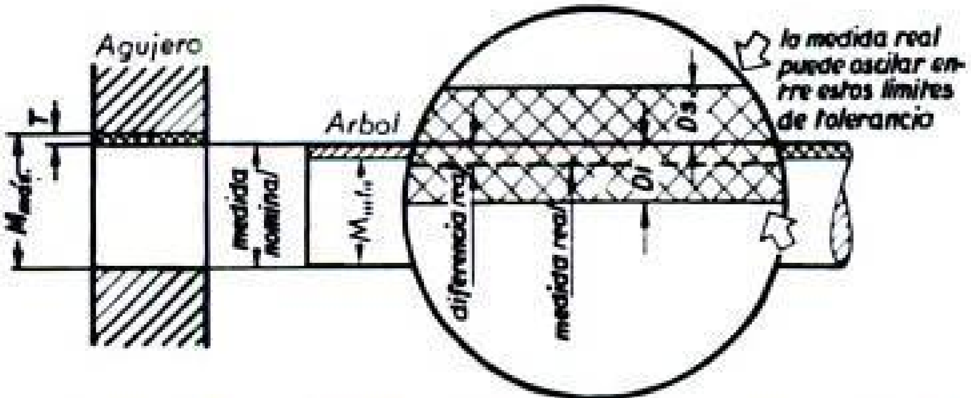


Fig. 15.2 M_{max} = medida máxima, M_{min} = medida mínima (medidas límites), DS = diferencia superior. DI = diferencia inferior, T = M_{max}—M_{min} = DS—DI = tolerancia = 0,3—(—0,1) = 0,4 mm. Medida nominal N: la dada en el dibujo sin tolerancia. Medida real: la obtenida en la pieza fabricada. Ejemplo: medida nominal, 40 mm; medida máxima, 40 + 0,3 = 40,3 mm., medida mínima, 40 — 0,1 = 39,9 mm.; tolerancia, 40,3 — 39,9 = 0,4 mm.

Fig. 15.3 W = eje con la tolerancia de eje B = agujero con la tolerancia de agujero, A_{min} = aprieto mínimo, A_{max} = aprieto máximo, J_{max} = juego máximo, J_{min} = juego mínimo. Los casos A_{min}, J_{min}, A_{max} y J_{max} no son de desear y deben evitarse. a = medida real demasiado pequeña: eje inaprovechable. b = medida real demasiado grande: eje que no puede emplearse aún

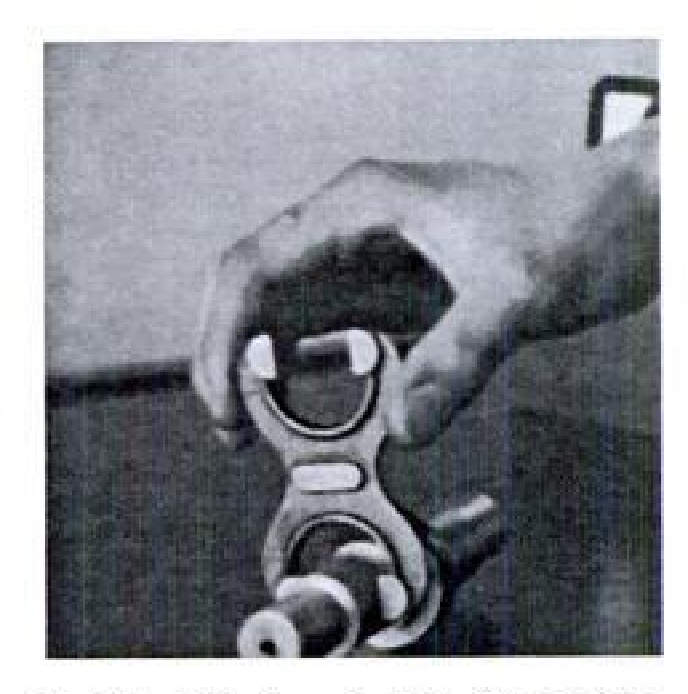


Fig. 15.4 El lado malo del **calibre doble de herradura** no debe pasar por el eje, mientras que la parte ancha o lado bueno debe, deslizándose por su propio peso, pasar por el eje

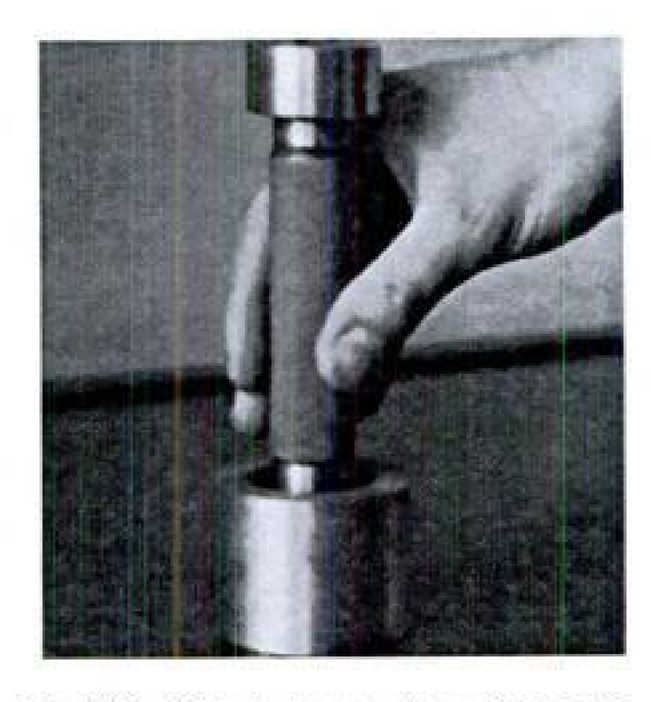


Fig. 15.5 El lado bueno del calibre para agujeros debe pasar rozando por el agujero, mientras que el lado más grueso (lado malo) no debe pasar

miden con *calibres cilíndricos o machos*, que por el lado bueno llevan la medida mínima y por el malo la máxima.

Los calibres llevan como inscripción los datos de ajuste del dibujo. De este modo se han establecido las bases para la actual fabricación en serie de piezas intercambiables, haciendo con ello posible la consecución de bienes de consumo cada vez más baratos. **F 15.4** **F 15.5**

---

1. *Nota del traductor.* Empleamos indistintamente las palabras árbol o eje para traducir la palabra alemana Welle.

tituyéndose así la zona de los ajustes intermedios, que tiene una magnitud distinta según la calidad. En casos de exigencias especiales en el ajuste, como por ejemplo en soporte de rodadura, se hace uso de esta zona.

Como cualquier clase arbitraria de ajuste de agujero puede emparejarse con otra cualquiera de un eje de la misma medida nominal, se produce un número enorme de posibilidades de asiento. Para ordenar la cosa, para simplificar y para evitar un número innecesario de calibres, caros, se determinaron en Alemania las llamadas *familias de asientos*, que coordinan entre sí determinadas calidades. Así tenemos en el campo del agujero único, la familia de los asientos *H6* hasta *H13* y en el sistema de eje único, la familia de asientos *h5, h6* y *h8* hasta *h13*. Las familias de asiento se emplean en general en la construcción de máquinas y aparatos (DIN 7154, 7155, 7157).

15.6. Designaciones abreviadas para los campos de tolerancia ISA

F 15.12
F 15.13

Los datos de ajuste se sacan de las tablas de ajustes normalizados ISA DIN 7160 y 7161 y se ponen *detrás* de la medida nominal. El signo de diámetro corresponde a la medida nominal.
Los signos abreviados ISA se colocan detrás de la cifra de cota: en el caso de cotas de agujeros y cotas interiores de piezas exteriores van en forma de letras mayúsculas y cifras colocadas más altas que las cifras de cota y las líneas de cota. En el caso de ejes y cotas exteriores de piezas interiores van en forma de minúsculas y cifras colocadas más bajas que la cifra y la línea de cota. Su altura es de unos 5/7 de la de la cifra de cota, pero no deben ser menores de 2 mm. Si la pieza exterior y la interior se representan acopladas entre sí, *ambos* datos de tolerancia (por encima y por debajo de la cifra de cota) se disponen de tal modo que el dato de la cota interior vaya sobre el de la cota exterior. Es decir, que el agujero o la pieza exterior llevan detrás de la cifra de cota y arriba, una letra mayúscula, que da la posición del campo de tolerancia, y una cifra, que designa la calidad. El árbol o la pieza interior muestran detrás de la cifra de cota y en la parte baja una letra minúscula que designa el campo de tolerancia y una cifra colocada detrás que indica la calidad elegida.

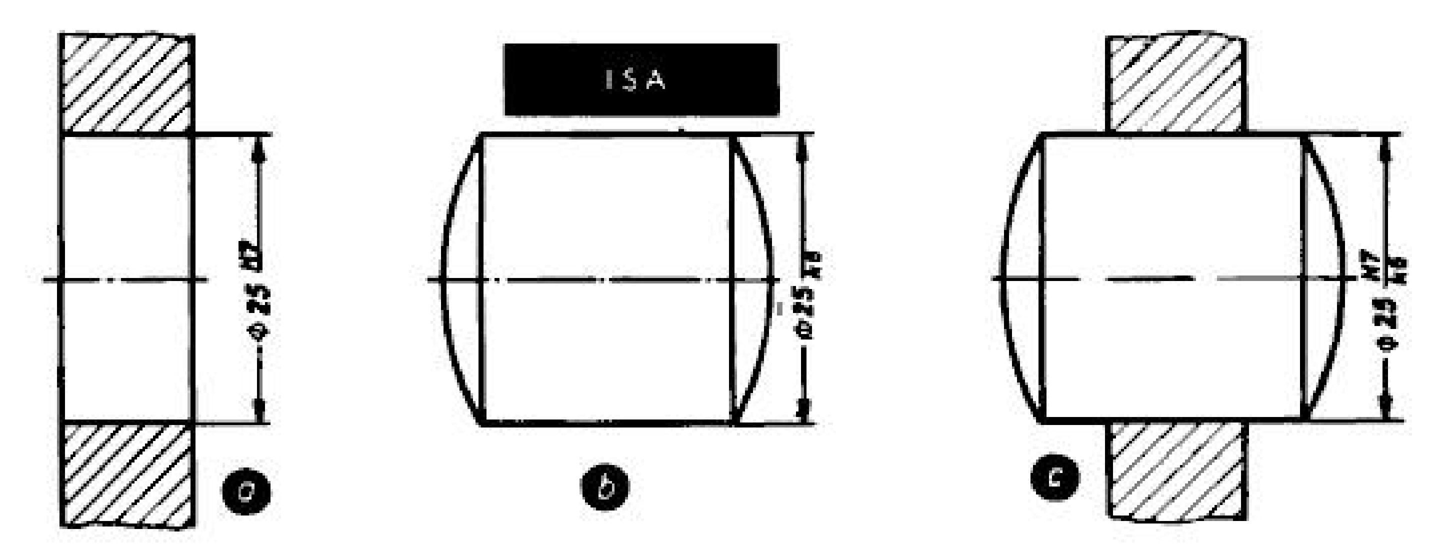


Fig. 15.12 Modo de interpretar los signos abreviados ISA
a) La letra mayúscula **H** significa: 1.º, que se trata del sistema de ajustes de **agujero único;** 2.º, que el campo de tolerancia está **limitado por encima de la línea cero.** La cifra 7 indica, según la tabla, una **altura del campo de tolerancia** de 21 μm = 21/1000 mm
b) La letra minúscula **k** significa que el campo de tolerancia está, según la tabla, a **una distancia** de 2 μm = 1/1000 mm **de la línea de cero.** El 6 representa, según la tabla, **una altura del campo de tolerancia** de 13 μm = 13/1000 mm. **c)** Ambas piezas ensambladas la una en la otra dan un **ajuste de paso**

Se llama espira o filete del tornillo a la porción del mismo descrita por una vuelta completa del perfil imaginario que suponemos lo engendra por su rotación ascensional. El paso aparece entonces como el camino recorrido en el sentido del eje. El tornillo es completamente inútil si no va acompañado de su compañero: la tuerca. Ambas piezas se corresponden mutuamente. La tuerca lleva en hueco el filete del tornillo, de tal modo que éste puede deslizarse en su interior. F 16.1 F 16.2

Constitución de la rosca

El círculo está engendrado por el movimiento de un segmento rectilíneo que gira alrededor de uno de sus extremos. Si se hace que el extremo de este segmento se mueva durante el giro con regularidad y hacia arriba normalmente al plano del dibujo, la superficie que describe es una *superficie helicoidal*. En lugar de un segmento puede ser también una superficie la que se traslade transversalmente a sí misma con un movimiento análogo. Según sea la forma de esta superficie, así también se constituirán distintas formas helicoidales, como las que se encuentran, por ejemplo, en los tornillos de filete cuadrado o rectangu- F 16.3

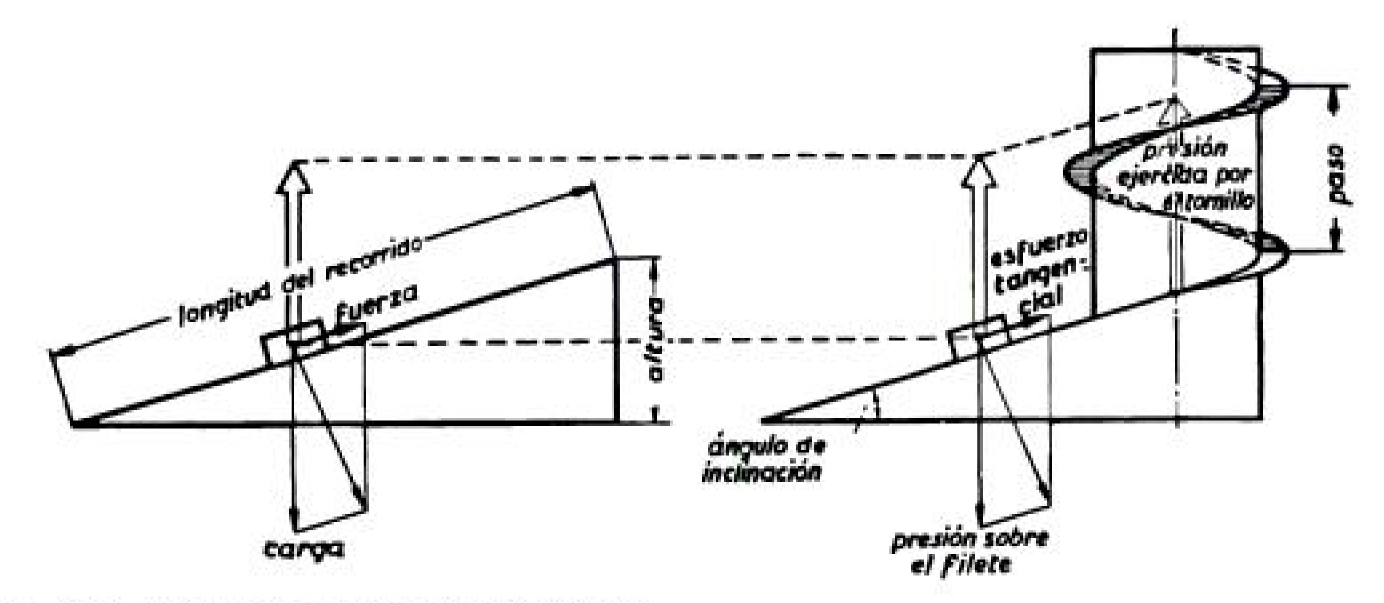


Fig. 16.2 El tornillo es un plano inclinado.
a) Teorema del plano inclinado: Fuerza × longitud recorrida = carga × aumento de altura Fuerza = carga × aumento de altura/camino recorrido.
b) Teorema del tornillo: Esfuerzo tangencial × longitud de la espira = Presión ejercida por el tornillo × paso. Esfuerzo tangencial = presión ejercida por el tornillo × paso/longitud espira

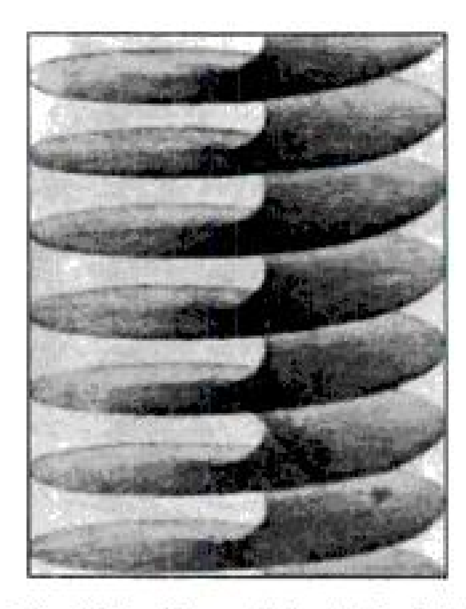
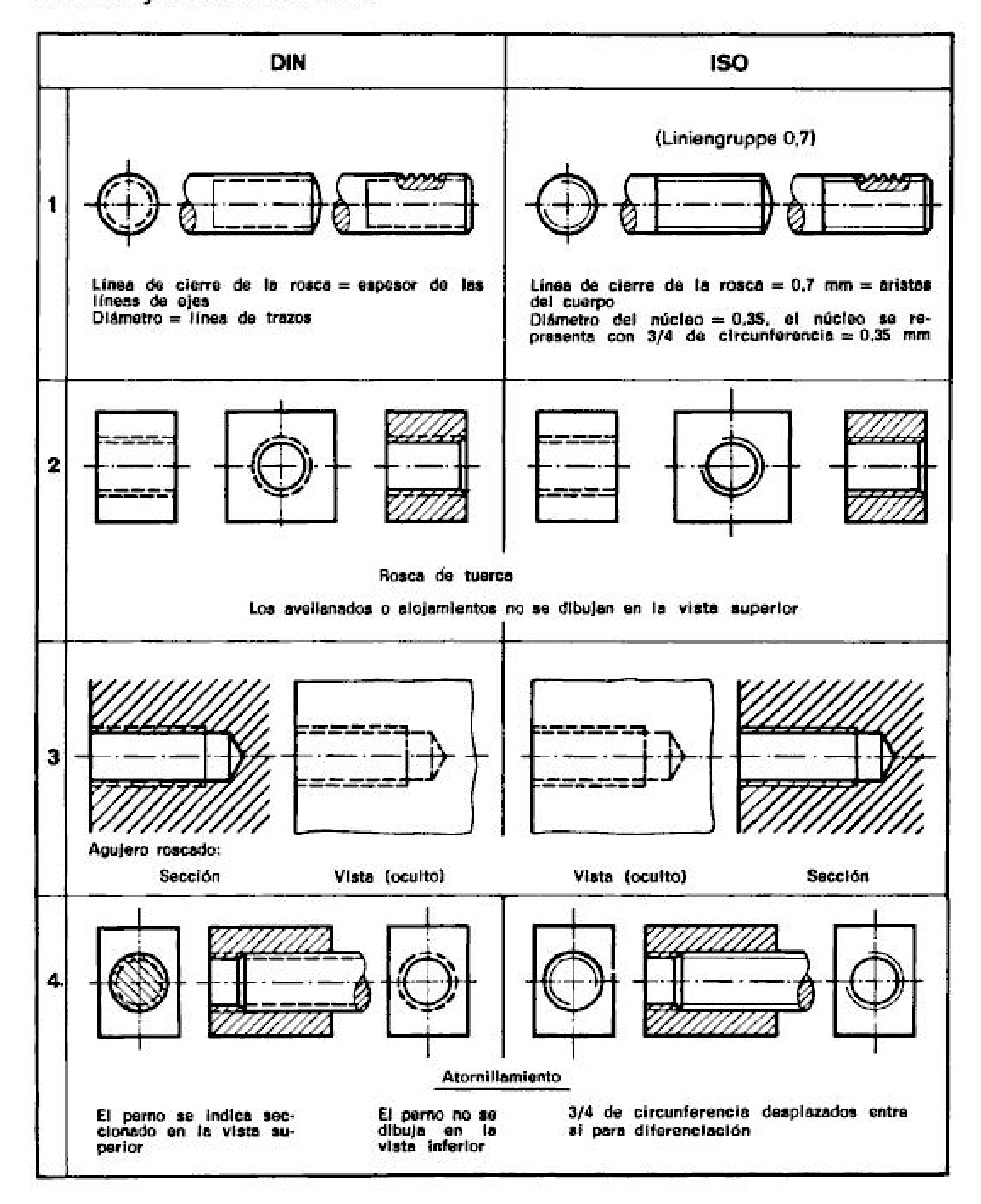


Fig. 16.3 Superficie helicoidal

Para las salidas de rosca, las ranuras de rosca y los aumentos para taladros ciegos (DIN 76), existen tablas normalizadas especiales, por separado, para roscas métricas y roscas Whitworth.



Representación de roscas

Por razones de carácter económico, casi siempre se encuentra aún la representación según DIN en dibujos antiguos y en obras todavía en curso de enseñanza del dibujo; pero en los nuevos dibujos debería emplearse ya fundamentalmente la representación ISO.

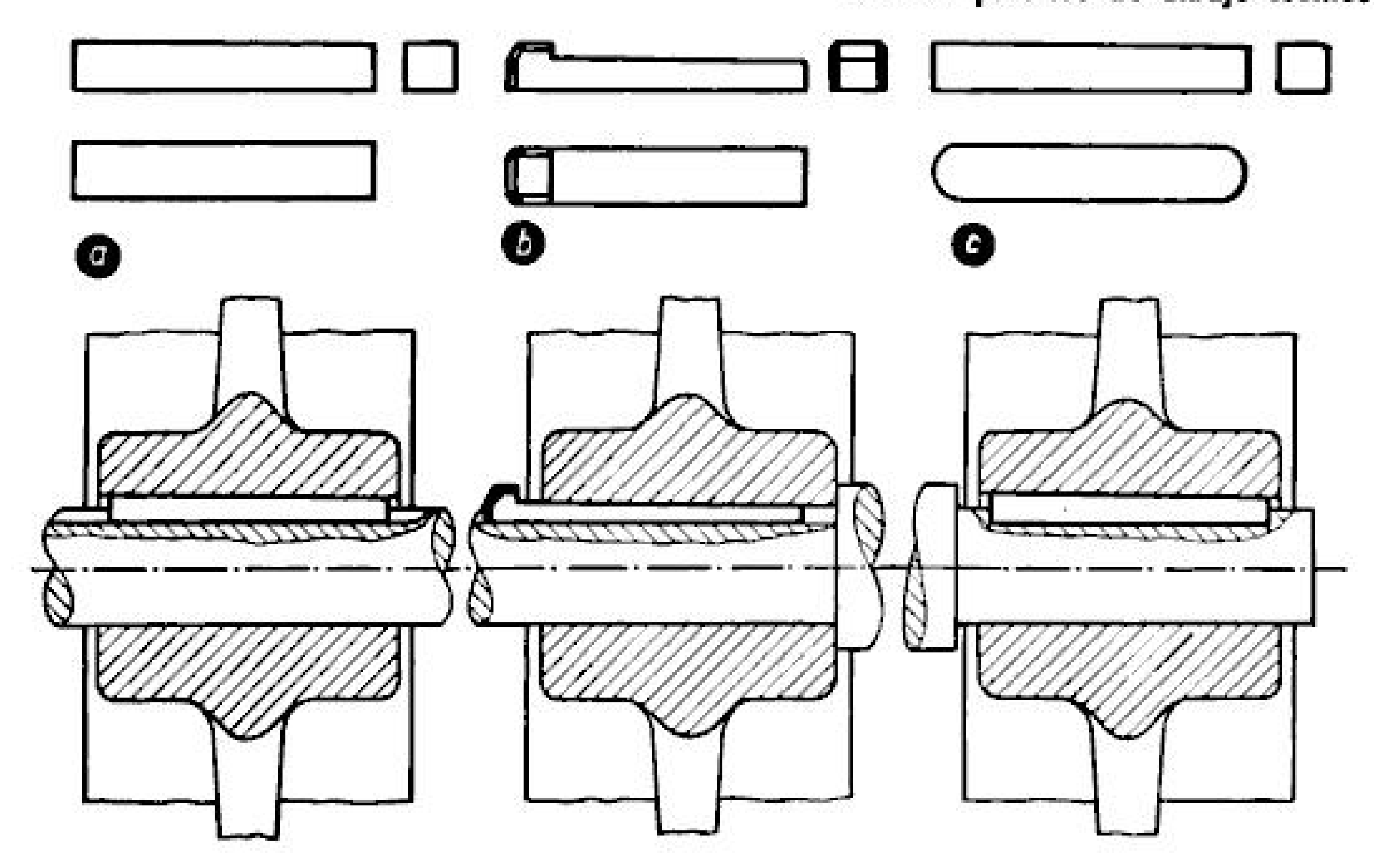


Fig. 16.32 La forma de la chaveta está relacionada con su accesibilidad. **a)** La chaveta lisa tiene que ser accesible por **los dos lados. b)** La de talón puede ser introducida y extraída desde **un solo lado. c)** La chaveta engastada o embutida no es accesible por **ninguno** de sus extremos

Las chavetas tienen designaciones normalizadas. Por ejemplo: Chaveta cóncava 10×4×25 DIN 6881 — St 60 quiere decir: chaveta cóncava de anchura igual a 10 mm, espesor máximo de 4 mm, 25 mm de longitud y fabricada con acero St 60.

La altura de la chaveta hay que medirla en el extremo grueso, cuando se trata de chavetas lisas o engastadas, y a una distancia igual a la altura del talón en las de talón. Esta altura corresponde a la medida nominal. Como las chavetas han de ser siempre ajustadas, las chavetas forjadas reciben un exceso de 0,3 a 0,5 mm en la cara dorsal.

Fundamentalmente, la cota de la profundidad del chavetero en el cubo hay que darla desde el punto más profundo de la cavidad del chavetero hasta el más alto del taladro correspondiente del cubo. La profundidad del chavetero del eje se cuenta desde el punto más alto del eje (extremo del radio correspondiente al eje de la ranura) hasta el fondo del chavetero. Como material para chavetas lisas y engastadas se emplea el acero para chavetas

F 16.33 St 60 o St 80, según DIN 6880.

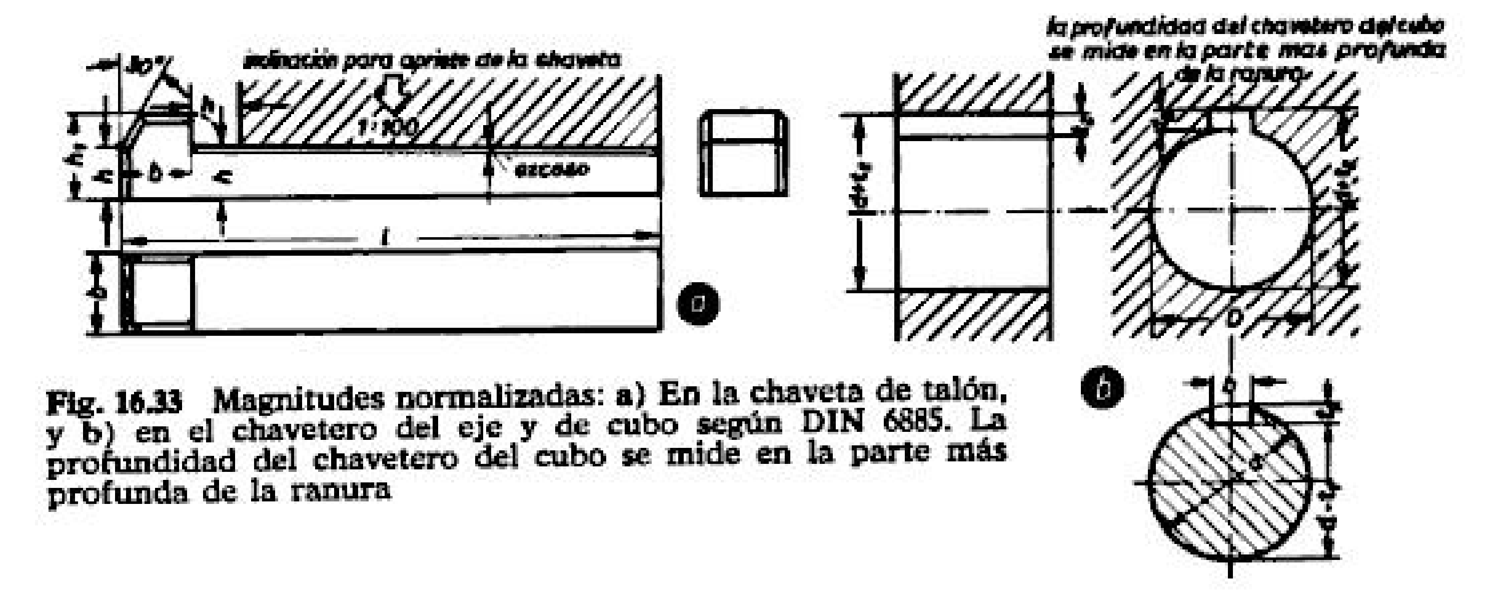


Fig. 16.33 Magnitudes normalizadas: **a)** En la chaveta de talón, y **b)** en el chavetero del eje y de cubo según DIN 6885. La profundidad del chavetero del cubo se mide en la parte más profunda de la ranura

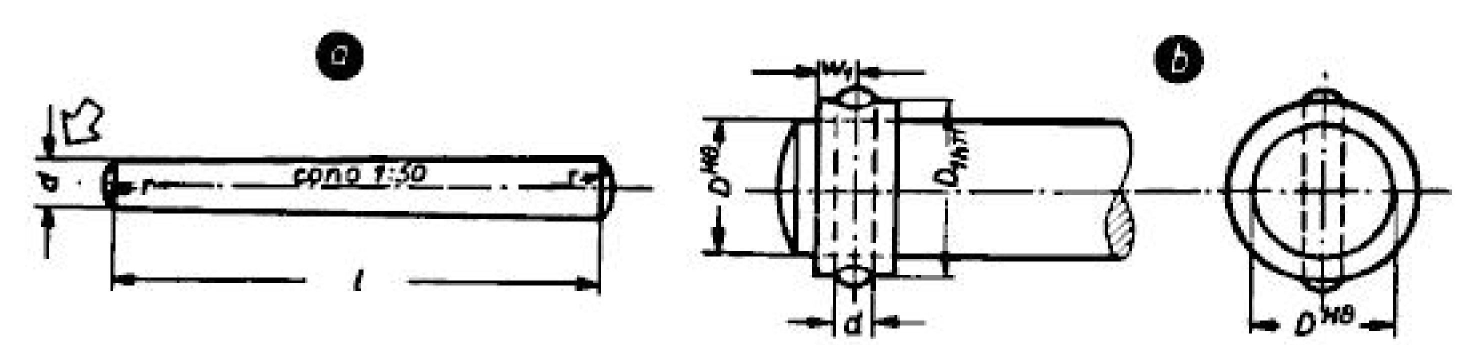


Fig. 16.41 a) Pasador cónico 3 × 30 DIN 1. La cota nominal se refiere al extremo delgado del pasador. b) Anillo de ajuste con pasador cónico

Un pasador cónico de 3 mm ∅, 30 mm de longitud y de acero St 50 K, en vez de indicar las medidas, se designa del siguiente modo: pasador cónico 3×30 DIN 1 St 50 K.

Los *pasadores cilíndricos* (0,8 a 50 mm de diámetro) no obran a modo de cuña. sino por acción de su asiento de aprieto en agujeros escariados (m 6/h 8). Hacen el mismo papel que los pasadores cónicos, pero son, como consecuencia de la sencillez de la forma cilíndrica de pasador y agujero, más baratos
F 16.42 en cuanto a fabricación: su extracción resulta más difícil —DIN 7—. Existen
F 16.43 tres tipos normalizados. Además hay pasadores templados con extremos có-
F 16.44 nicos, según DIN 6325.

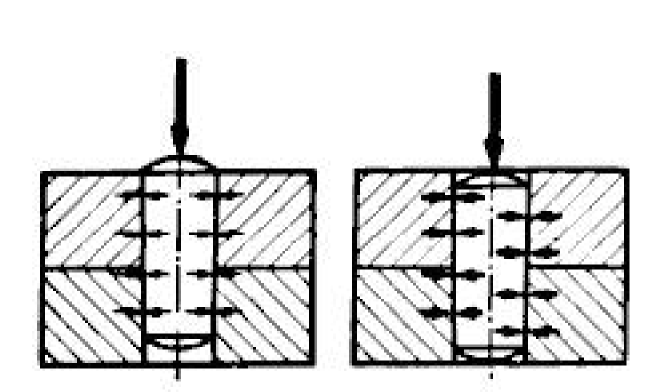


Fig. 16.42 Los pasadores cónicos (cono 1 : 50) ejercen marcada acción de cuña y dan lugar a fuertes compresiones. Resultan caros

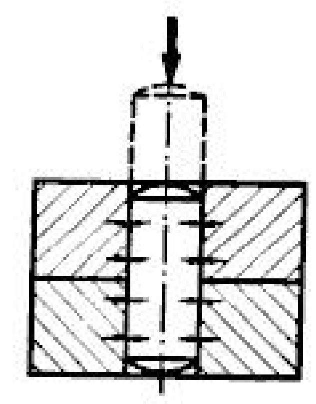


Fig. 16.43 Los pasadores cilíndricos no tienen cono. Obran únicamente por su asiento de aprieto, pero resultan baratos

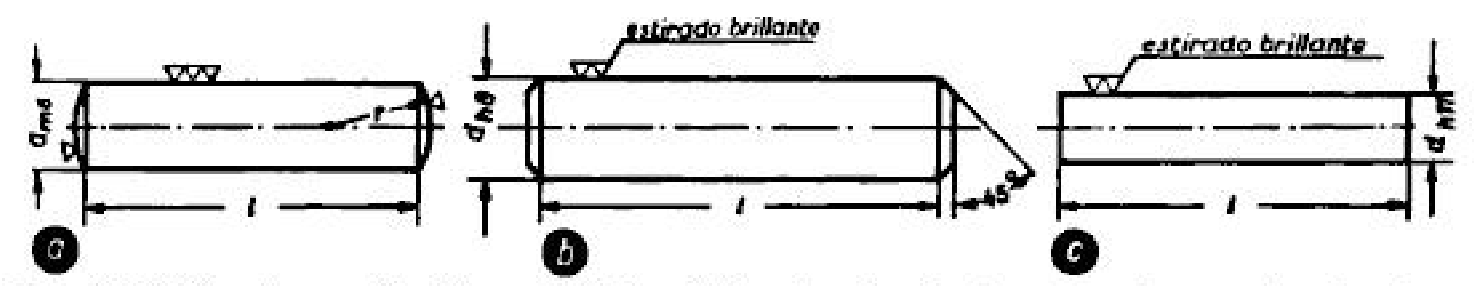


Fig. 16.44 Pasadores cilíndricos DIN 7: a) Pasador de ajuste con extremos bombeados. b) Pasador de unión con terminaciones cónicas. c) Pasador para remachado con extremos lisos

Los *pasadores con espiga roscada* —normalizados por DIN 7977— se emplean allí donde los pasadores corrientes no pueden ser extraídos una vez colocados.
F 16.45 La espiga que se les ha añadido hace posible sacarlos mediante la acción de la tuerca. Se utilizan especialmente en la construcción de grandes máquinas, a modo de chavetas de ajuste, para asegurar la posición recíproca de diversas piezas de máquina.

La norma DIN 7977 determina el diámetro del cono, la longitud y la conicidad, así como la longitud de la rosca (rosca métrica y Whitworth) del apéndice cilíndrico y la del pasador.

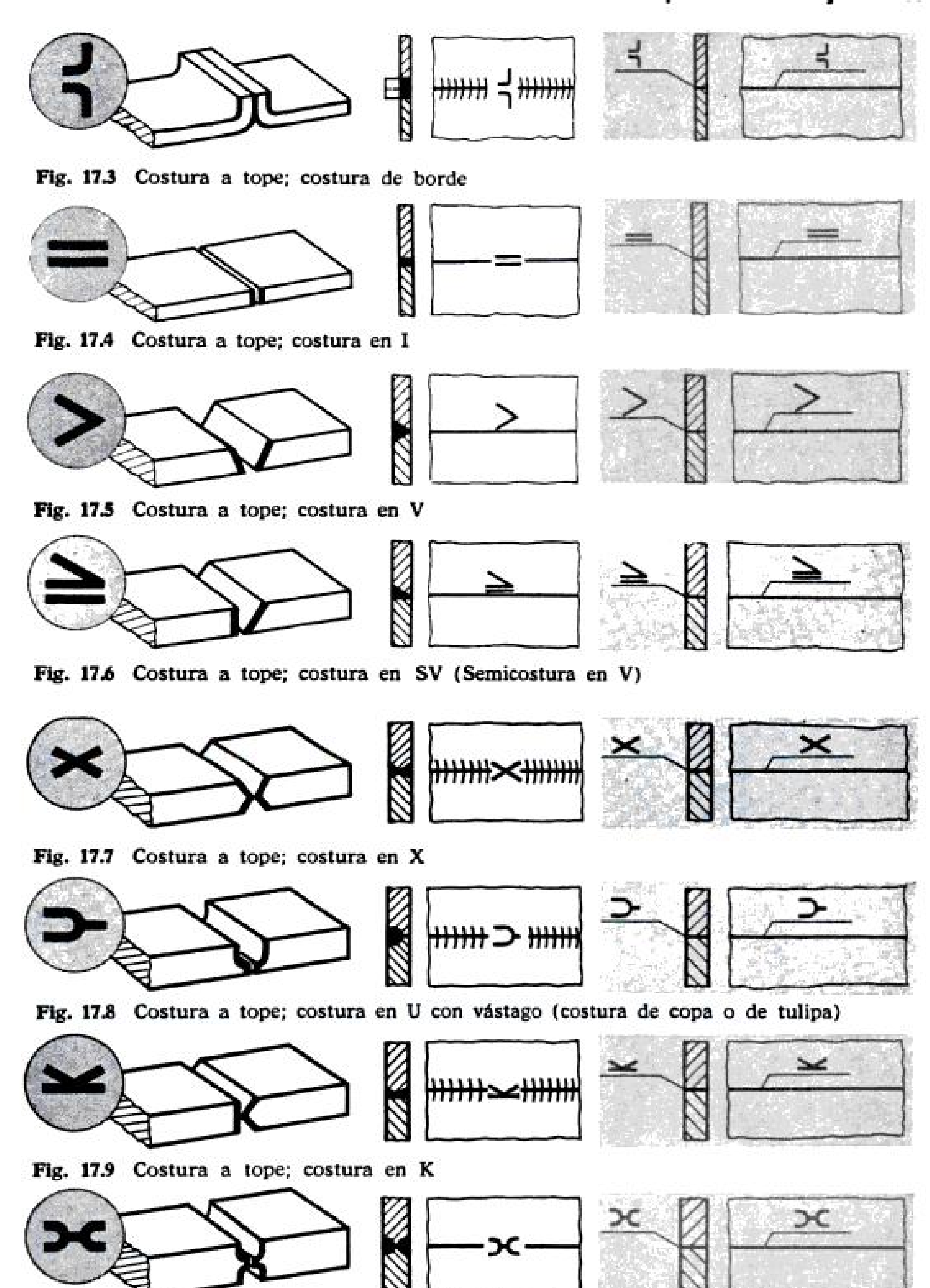


Fig. 17.3 Costura a tope; costura de borde

Fig. 17.4 Costura a tope; costura en I

Fig. 17.5 Costura a tope; costura en V

Fig. 17.6 Costura a tope; costura en SV (Semicostura en V)

Fig. 17.7 Costura a tope; costura en X

Fig. 17.8 Costura a tope; costura en U con vástago (costura de copa o de tulipa)

Fig. 17.9 Costura a tope; costura en K

Fig. 17.10 Costura a tope; costura en doble U con vástago (costura de doble tulipa)

Una forma especial de costura a tope es la costura en K, que puede considerarse también como «semicostura en X». Tiene también su empleo la «costura en doble U». Otras formas de costura a tope, frecuentemente empleadas,

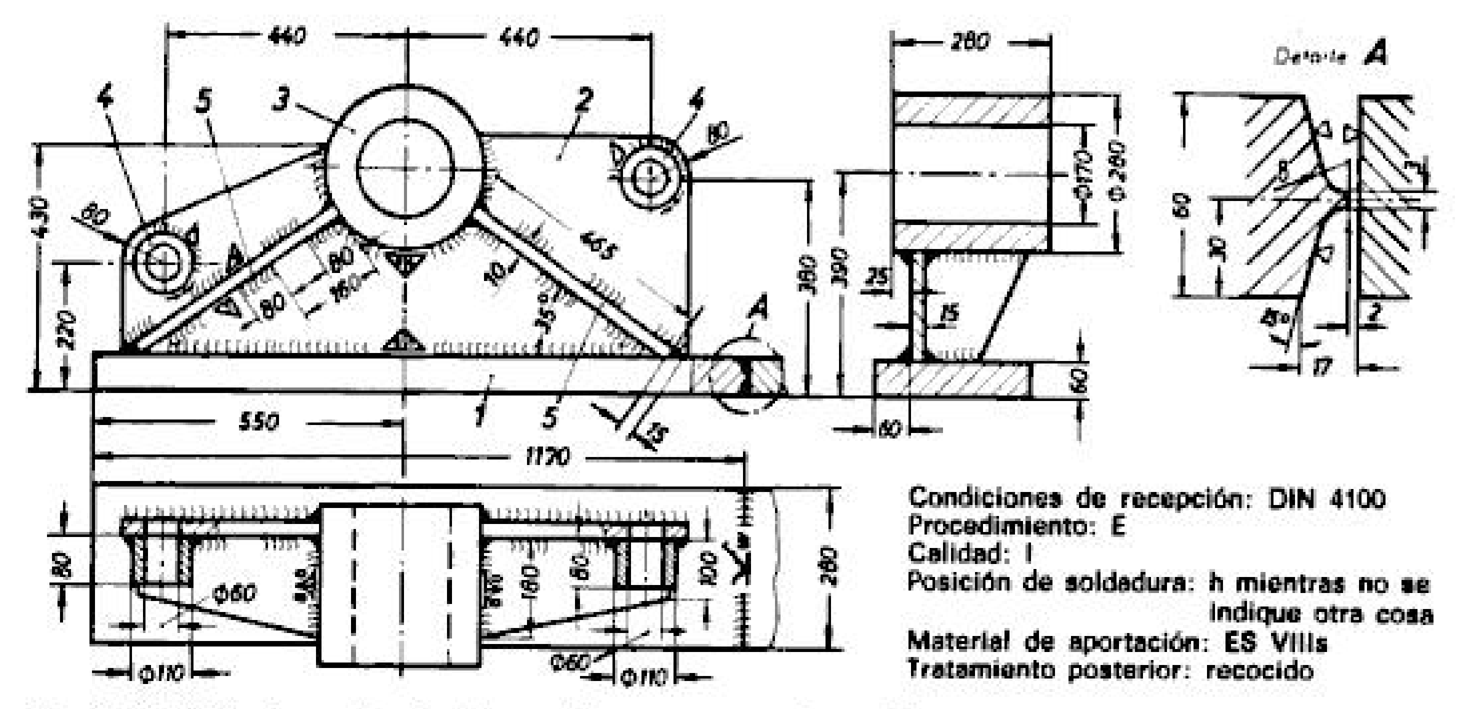


Fig. 17.27 Dibujo según el sistema de representación gráfica

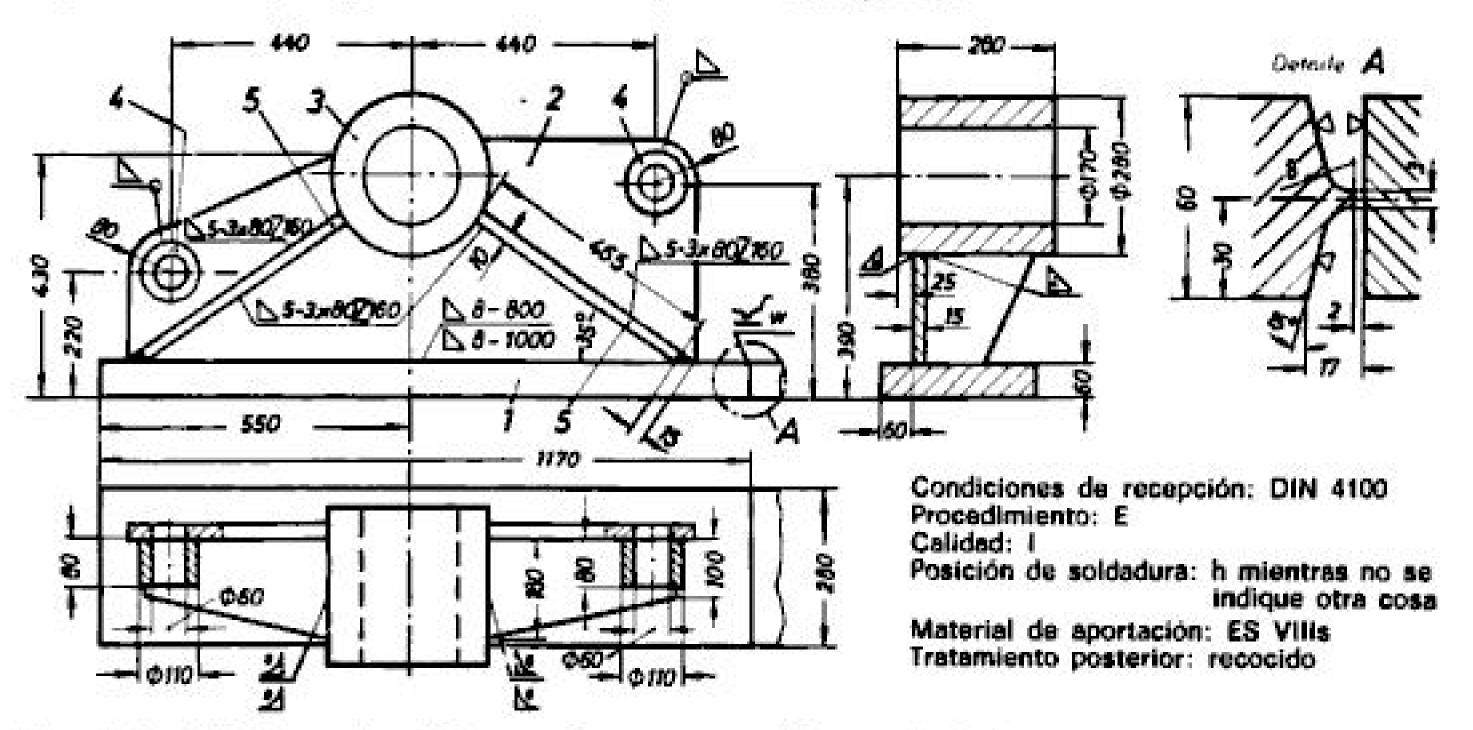


Fig. 17.28 Dibujo según el sistema de representación por símbolos

F 17.22 electrodo de carbón o entre dos electrodos de carbón. Cuando ello es necesa-
a rio se emplea además material de aportación. Están en preparación las nor-
F 17.26 mas DIN relativas a esta materia.

En muchos casos se da preferencia sobre la soldadura corriente a la llamada *soldadura fuerte*. Esto ocurre cuando persigue uno la consecución de uniones libres de tensiones, de aspecto limpio —sin la desigual costura de la soldadura ordinaria— y cuando en lugar de guardarse un orden de sucesión para hacer las distintas soldaduras se quiera ganar tiempo mediante la ejecución simultánea que permite la soldadura fuerte (construcción de cuadros para vehículos).

Clases de juntas

Como se ve en los dibujos las piezas a unir pueden guardar entre sí distintos ángulos y posiciones. De ello se deducen las distintas clases de juntas (DIN
F 17.29 1912).

En dibujos para ofertas o en el caso de costuras de soldadura de poca importancia y lo mismo en el caso de costuras de falsa soldadura se pondrá la indi-

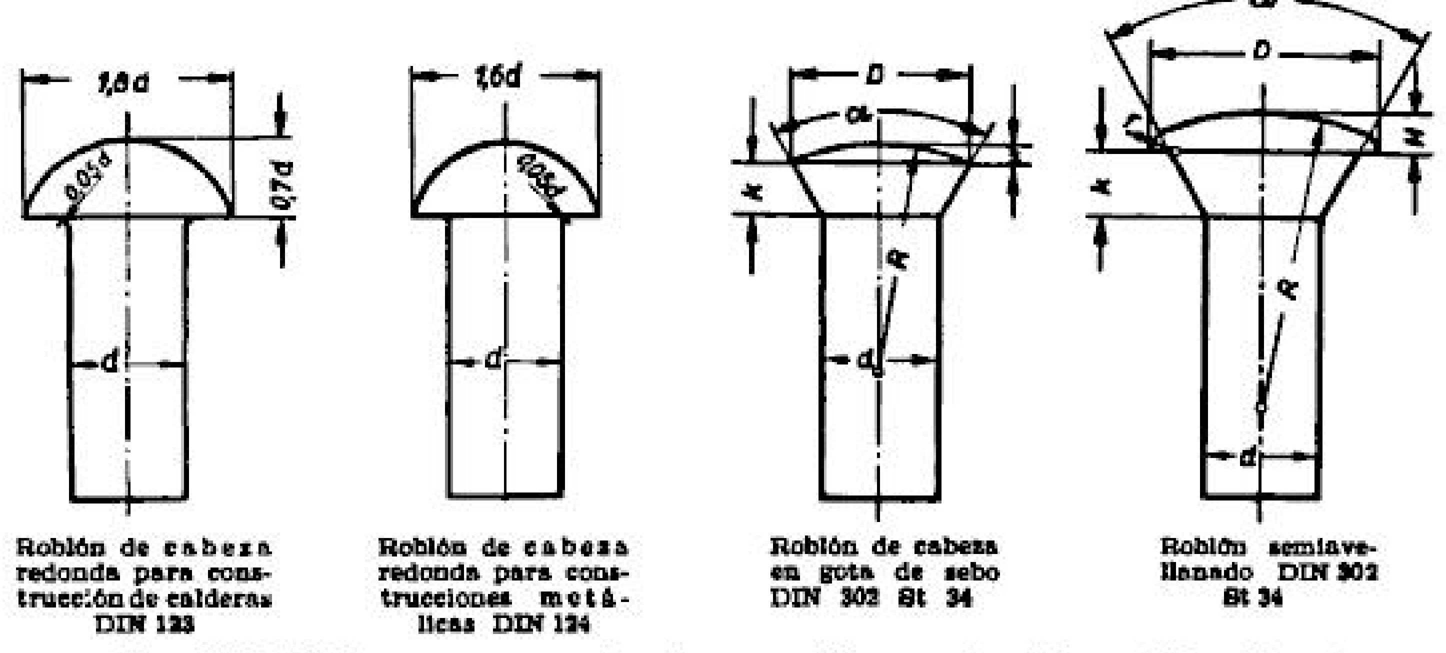


Fig. 17.35 Roblones para construcciones metálicas y de calderas (10 a 36 mm)

cado por el espesor del vástago. La altura del casquete es igual a 0,7 por el citado espesor. En construcciones metálicas, el diámetro de la base del casquete se hace igual a 1,6 por el del vástago. El paso del vástago a la cabeza tiene lugar a canto vivo (es admisible un redondeamiento de acuerdo, con radio igual a 0,05 *d*). Las cotas relativas a roblones semiavellanados, avellanados y en gota de sebo vienen reseñadas en las hojas DIN 302. **F 17.35**

En la vista en que aparece el roblón en forma de circunferencia se suele representar como si se le hubiera arrancado la cabeza. Un roblón se presenta, pues, en esta vista —incluso cuando es avellanado— como superficie rayada del agujero. Ahora bien, cuando estos círculos resultan demasiado pequeños en la figura, se dibujan sin rayado.

Los roblones se consignan en las listas de piezas con indicación de la clase de roblón —especificación ésta que se limita a indicar la clase de cabeza—, el diá-

Símbolos para roblones y tornillos en construcciones metálicas según DIN 407				Diámetro del roblón remachado							
				11	13	17	21	23	25	28	> 28
Símbolos para	Ambos cabezas redondas									28	Como 28, con el correspondiente aumento en el diámetro
	Cabezas avellanadas	Cabeza superior avellanada								28	
		Cabeza inferior avellanada								28	
		Ambos cabezas avellanadas								28	
	Roblones a remachar en el montaje									28	
	Agujeros de roblones a taladrar en el montaje									28	

Fig. 17.36 Los elementos constructivos que intervienen en las construcciones metalicas son grandes, y por esta razón se eligen para sus planos las escalas 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20. En estos dibujos reducidos se trabaja generalmente valiéndose de símbolos: para escalas **E** 1 : 10 y **E** 1 : 20 se da al símbolo el tamaño del diámetro de la cabeza del roblón

18. Representación de elementos constructivos

18.1. Muelles y resortes

Los muelles o resortes —DIN 29— sirven para accionamiento de mecanismos de relojería, para mediciones y reglajes y para amortiguar golpes.
Tienen por lo común que cumplir una misión de gran responsabilidad. Por esta razón vamos a ocuparnos aquí, siquiera sea brevemente, de la cuestión de los materiales para resortes (DIN 2067, 17221 hasta 17225).
Los resortes deben ser elásticos y tenaces. Al mismo tiempo, han de poseer los resortes de alambres un alargamiento suficiente para permitir su arrollamiento. No deben disminuir su tensión, y menos quebrarse, ni cuando están sometidos a una carga permanente ni cuando ésta es variable. Por esta razón se hacen, cuando han de estar sometidos a fuertes solicitaciones, de acero de resortes. Éste contiene, ante todo, silicio. Este elemento químico aumenta la elasticidad, la resistencia y la dureza del acero a altas temperaturas. Los resortes de acero al silicio se utilizan con éxito en los motores de combustión interna.
Se obtienen aceros para resortes, partiendo de aceros sin alear, mediante el tratamiento llamado «patentado», es decir, mediante calentamiento seguido de enfriamiento a 500° en baño de plomo y estirado subsiguiente. Los aceros que han sido sometidos a este tratamiento admiten deformaciones elásticas mayores y no se debilitan tan fácilmente.
Según la *dirección de la fuerza*, existen resortes de tracción y de compresión, **F 18.1**
y según la *forma:* resortes helicoidales, resortes cónicos; resortes de platillos
o de fuelle, resortes en espiral, de fleje o de varilla y resortes de láminas su- **a**
perpuestas o ballestas; con relación a su *sección transversal* se distingue entre
resortes redondos y planos (DIN 2089, 2091... 2097). **F 18.5**

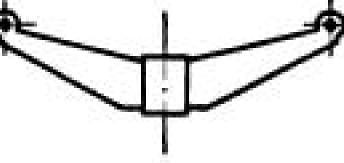



Fig. 18.1 Resortes de hojas superpuestas o ballesta: vista en perspectiva y representación esquemática

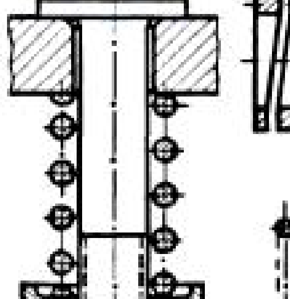
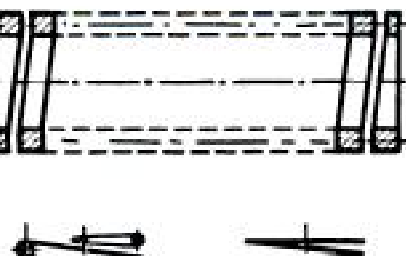
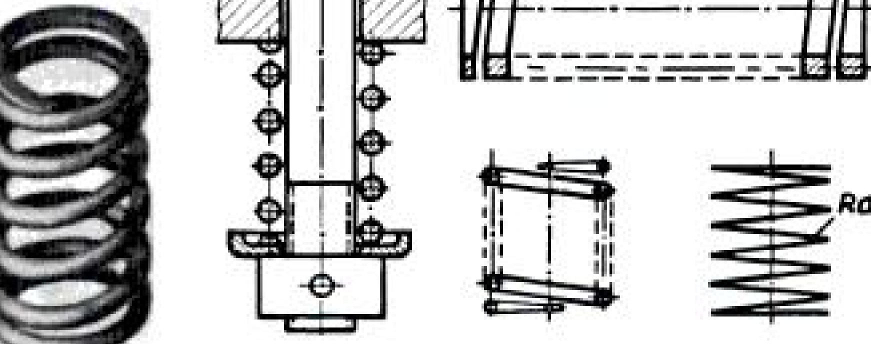





Fig. 18.2 Muelle helicoidal cilíndrico de presión: vista en perspectiva montado; con alambre de sección cuadrada o redonda, en representación simplificada; representación simbólica

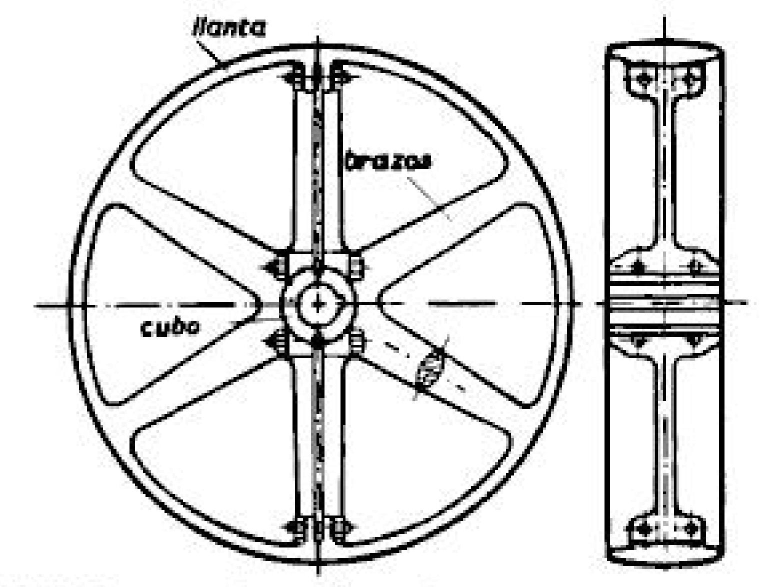


Fig. 18.14 Las grandes poleas de transmisión se funden, para facilitar el transporte, en dos mitades, que se unen después entre sí por medio de tornillos

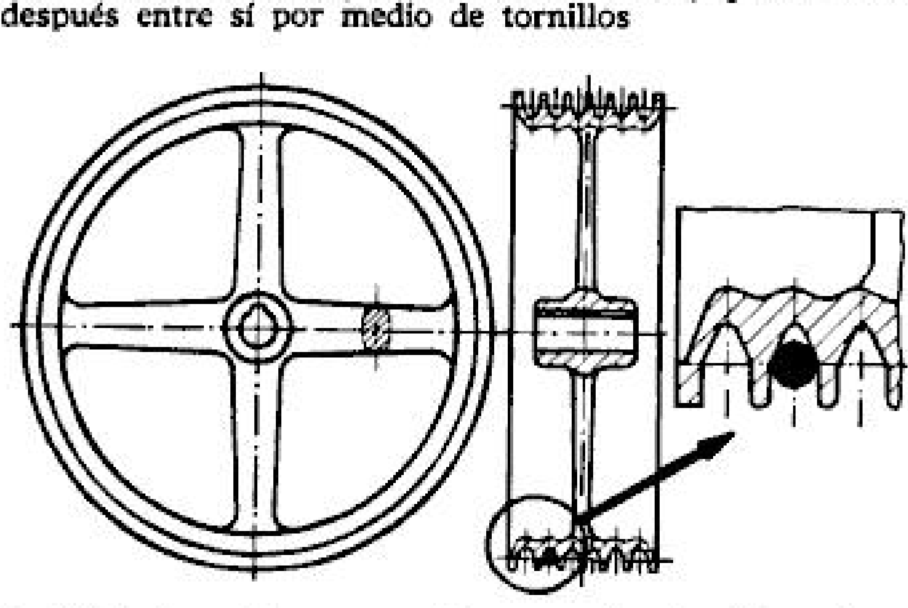


Fig. 18.15 Las poleas para cables o cuerdas de cáñamo tendrán, por la escasa flexibilidad de la cuerda, un diámetro superior a los 1,5 m. Las canales se hacen en forma de cuña para sujetar algo de cuerda que en caso contrario, resbalaría mucho

Fig. 18.16 Polea para cable, cuyos brazos están, en sus extremos, engastados por colada en el cubo y la llanta

plamientos movibles pueden ser, según el sistema de garras, de articulación en cruz o acoplamiento universal, de rótula, mediante resortes y elásticos. A los acoplamientos capaces de *embrague* y *desembrague* pertenecen los acoplamientos por fricción y los hidráulicos y electromagnéticos.
De todos estos sistemas los únicos que están normalizados hasta ahora son los acoplamientos rígidos (DIN 115 y 116).

18.4. Poleas de transmisión

Las poleas de transmisión tienen por misión transmitir movimientos de rotación normalmente a su eje de modo indirecto, con ayuda del rozamiento (con deslizamiento). Las grandes poleas de transmisión constan de cubo, llanta y brazos de fundición, acero o madera. Existen poleas para correas planas, para cables o cuerdas de cáñamo, para cables de acero y las llamadas trapezoidales o con canales en cuña.
La DNA estableció, por medio de la norma DIN 111, para las *poleas de transmisión por correa* una serie de diámetros que se corresponde con la serie normalizada de árboles (DIN 114). Su fijación sobre el árbol está cumplidamente
F 18.14 determinada mediante normas. Las grandes poleas se construyen en dos piezas. *Las poleas de transmisión con cables o cuerdas de cáñamo* se utilizan para
F 18.15 grandes distancias entre ejes (5 a 25 m) y para accionamiento de varios ejes.

Altura de la cabeza: $h_2 = m$

Espesor del diente: $s = \frac{t}{2}$ para dientes trabajados y

$\frac{19}{40}\,t$ para dientes en bruto

Hueco del diente: $l = \frac{t}{2}$ para dientes trabajados y

$\frac{21}{40}\,t$ para dientes en bruto

Redondeamiento del pie: $r = \frac{m}{6} = 0{,}166\ m$

Anchura del diente: $b = 6$ a $10\ m$

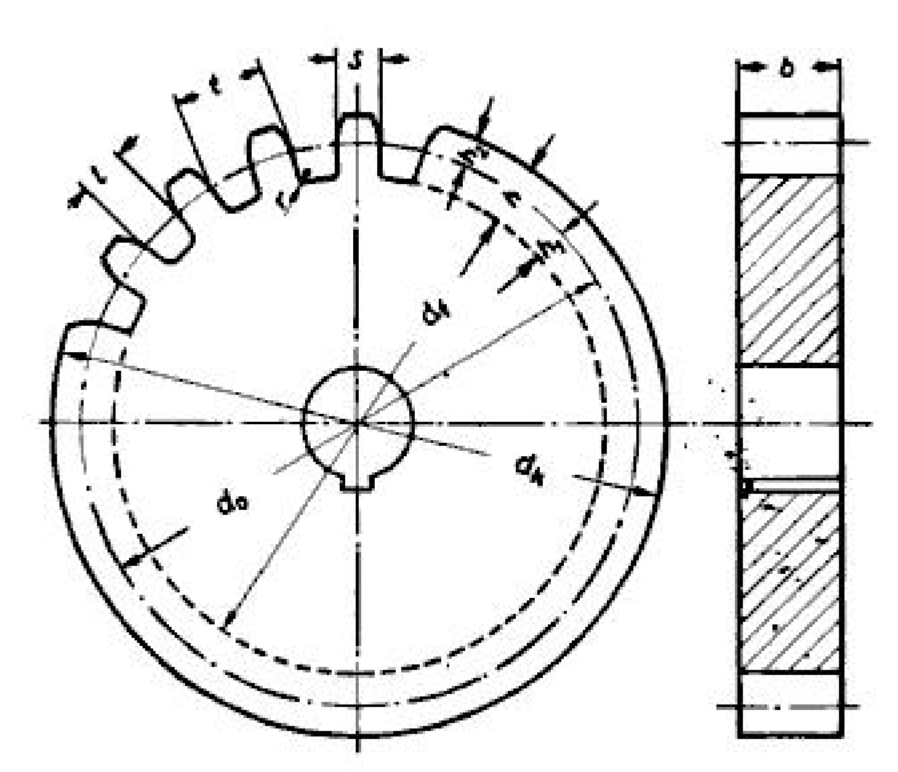
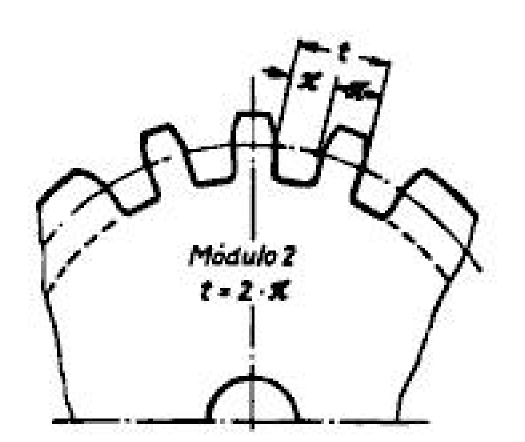


Fig. 18.21 La circunferencia primitiva es la cota principal en la vista de frente



Serie de módulos según DIN 780

0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3
3,25	3,5	3,75	4	4,5	5	5,5	6
6,5	7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	18	20	22	24	27
30	33	36	39	42	45	50	55

Fig. 18.22 El módulo de una rueda dentada es la cifra por la cual hay que multiplicar el valor π para obtener el paso (distancia entre dientes). El módulo debe tomarse siempre de esta tabla

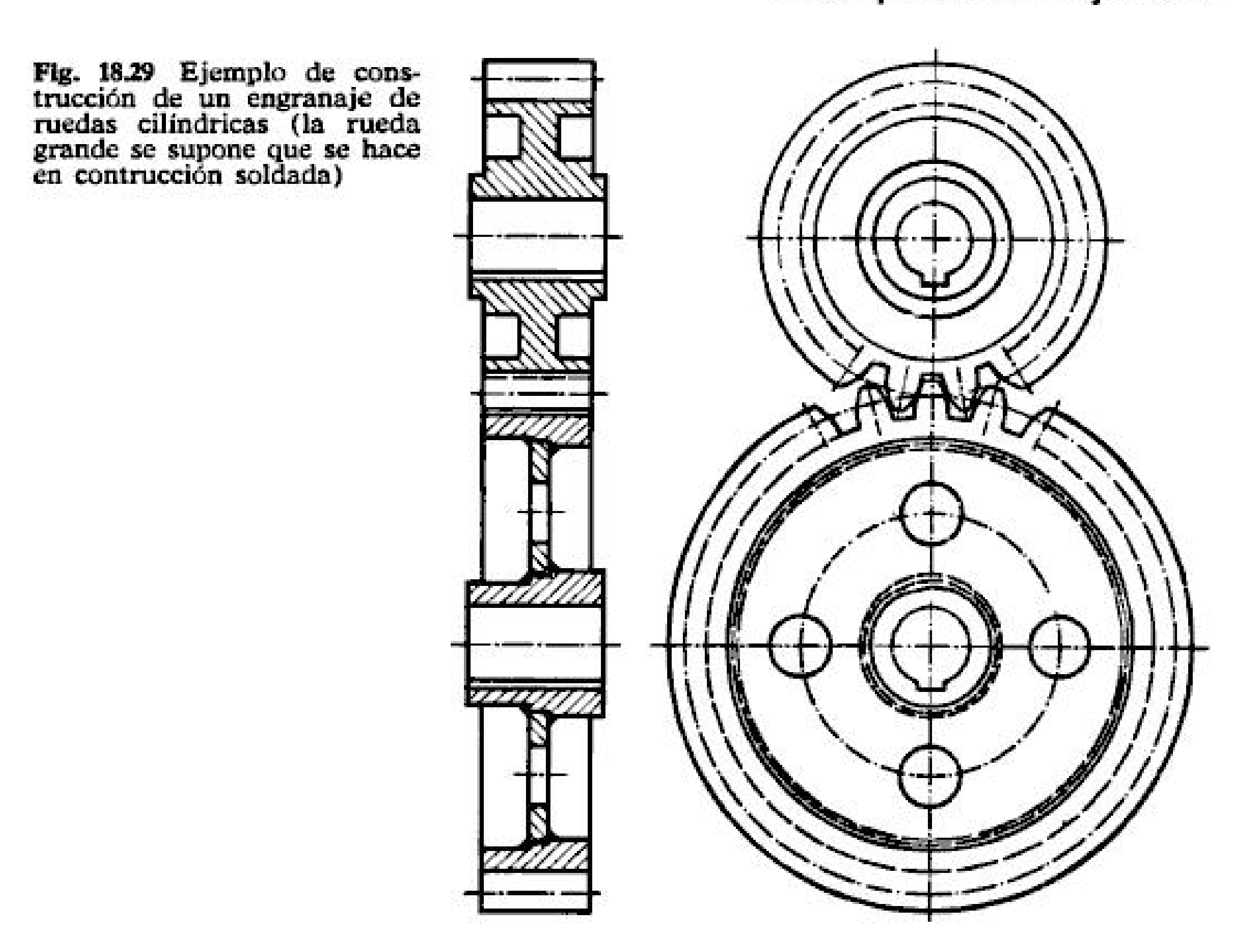


Fig. 18.29 Ejemplo de construcción de un engranaje de ruedas cilíndricas (la rueda grande se supone que se hace en contrucción soldada)

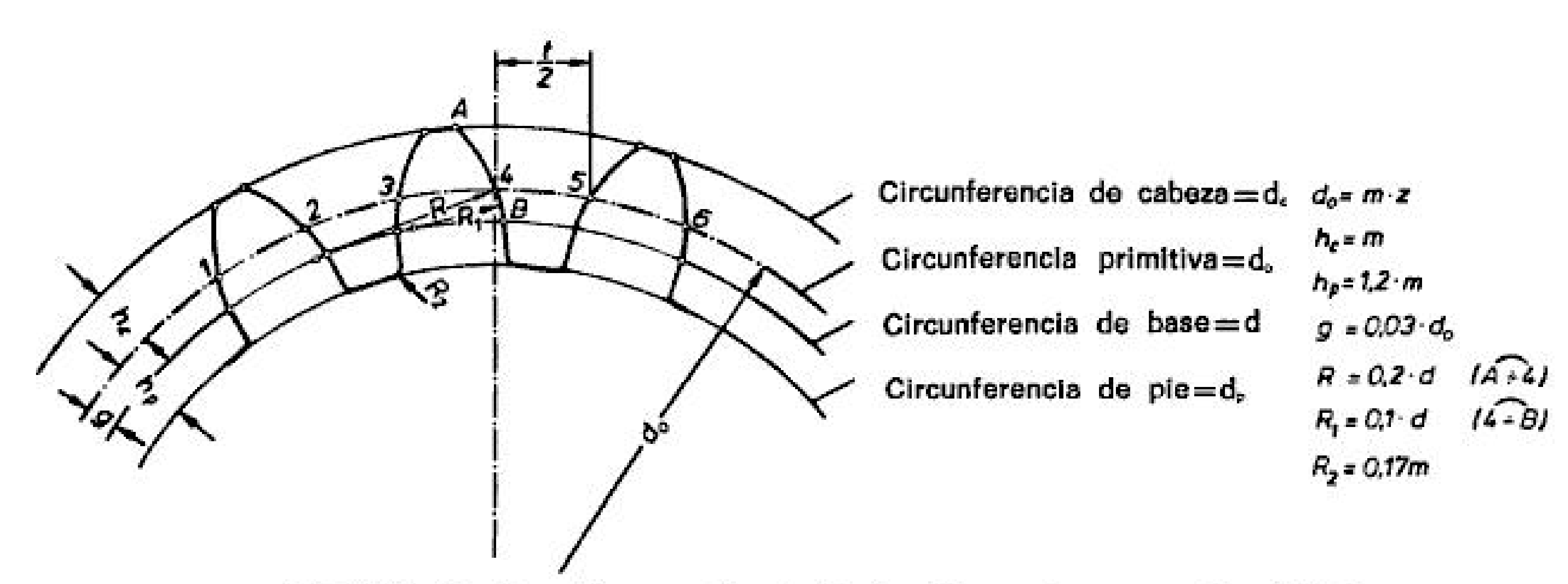


Fig. 18.30 Construcción aproximada de los dientes de una rueda cilíndrica

Representación de tornillos sin fin

Para la representación del engranaje de tornillo sin fin rige lo siguiente: si es necesario, se hace un dibujo en sección, acotado; pero si ello es posible, F 18.31 empléese el simbolismo normalizado.

Un engranaje de tornillo sin fin queda determinado por las siguientes magnitudes:

Están normalizados los cojinetes de una pieza que deben alojarse en el soporte en toda su longitud. Los casquillos de cojinete de más de 195 mm de diámetro y con espesor grande de pared están provistos para alojamiento de anillos de engrase y sobresalen del cuerpo del soporte. Están, además, normalizados los cojinetes con relleno de metal blanco, así como las cotas para la fijación de los soportes de pie y de los suspendidos.
Los rodamientos sencillos constan de la jaula, con los elementos de rodadura y con los anillos exterior e interior. Según la dirección del empuje, se distingue entre rodamientos radiales, rodamientos axiles, rodamientos con cambio de la dirección axil del empuje. F 18.36 F 18.37 F 18.38

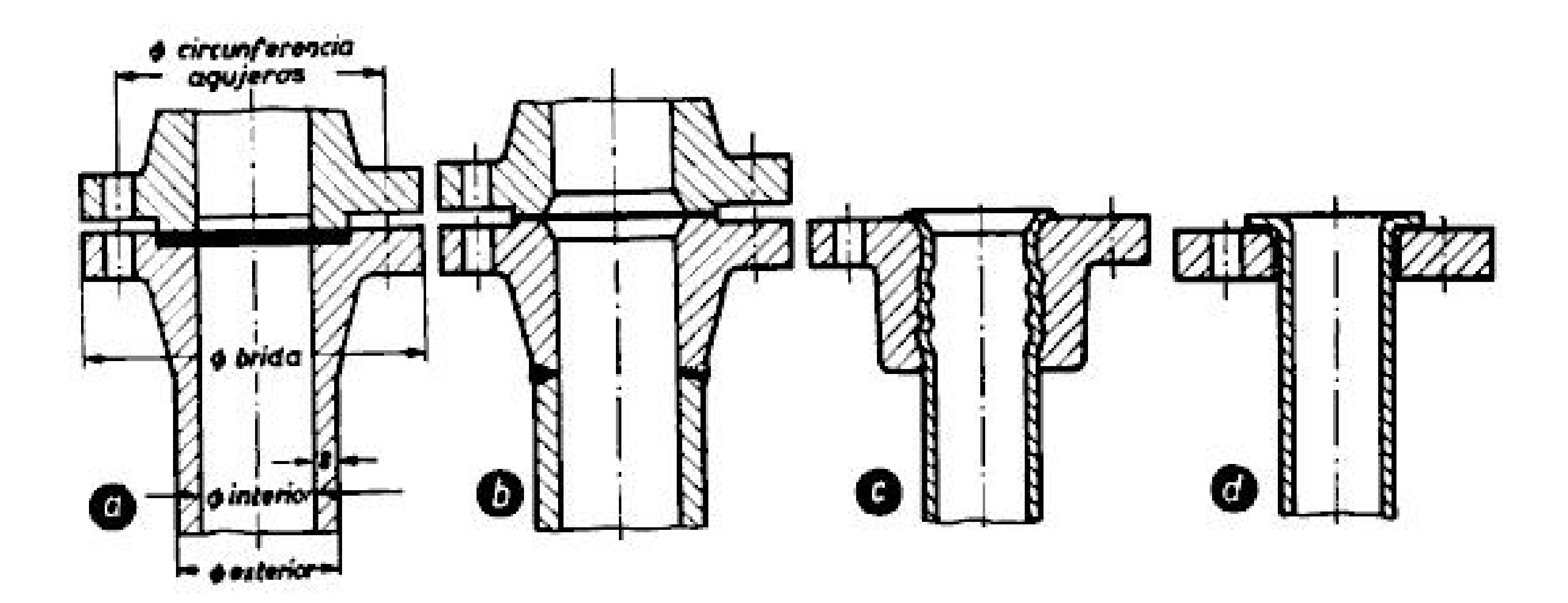


Fig. 18.39 Platinas o bridas: **a)** Tubo de hierro fundido provisto de bridas; se emplea hasta presiones de 10 atm. **b)** Brida de hierro fundido soldada al tubo. **c)** Tubo de acero con brida adaptada al tubo por mandrilado. **d)** Tubo de acero rebordeado, con brida suelta. **Observación:** El número de agujeros para tornillos en las bridas debe ser divisible por 4. El cálculo del espesor de paredes en los tubos, según DIN 2412.

18.7. Platinas o bridas para uniones de tuberías

Las platinas o bridas sirven para unión de tubos entre sí. Llevan tornillos de unión tan próximos como se pueda a las paredes del tubo, y hacen junta por sus caras frontales. Para grandes presiones se disponen bridas provistas de un resalto una de ellas y de un entrante su pareja, o bien de un doble encaje (ranura y lengüeta). Las bridas pueden o bien constituir desde el principio un solo cuerpo con el tubo correspondiente, o bien estar soldadas al tubo, o bien estar unidas al tubo por rosca o por mandrilado (bridas mandriladas sólo hasta un espesor de pared de 8 mm), o bien fundidas sobre el tubo, o bien, finalmente, sueltas.
En las bridas soldadas, el diámetro de la brida debe coincidir con el del tubo. F 18.39
Las bridas mandrinadas llevan en su agujero dos o tres ranuras o filetes de rosca que se incrustan en el tubo mediante un mandril. Este procedimiento proporciona una unión barata y fija para conducciones de presión cuyos diámetros estén comprendidos entre los 50 y los 200 mm. F 18.40
Las cotas y datos de la brida, tales como anchura, espesor de la brida y de la boquilla del tubo y número de agujeros para tornillos, dependen de la longitud

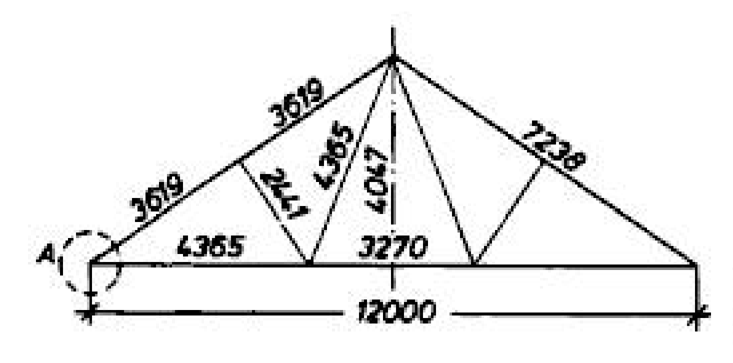


Fig. 19.7 Dibujo de una armadura de cubierta (véase el detalle del nudo A en la figura 19.11)

Diámetro de agujeros	8,4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Símbolos	8,4	11	12								

Diámetro de agujeros	21	22	23	24	25	26	27	28	31	34	37
Símbolos							27	28	31	34	37

Fig. 19.8 Los tamaños naturales (DIN 407) se dibujan a escala 1:1 sobre plantillas y análogos (por ejemplo en plantillas para las cartelas de los nudos) y se utilizan en el taller directamente para el trazado



Avellanamiento	Arriba	Abajo
Símbolos		

Fig. 19.9 De este modo se dan los avellanados (en el caso de roblones avellanados) a tamaño natural

En construcciones de acero es corriente suprimir las flechas en el acotado. El final de la cota se indica mediante líneas cortas, algo más gruesas que la línea de cota, e inclinadas a 45°. En apoyos y vigas de alma llena se sustituye generalmente en las construcciones de acero, la unión roblonada por las costuras de soldadura. En las construcciones de acero se trabaja con listas de piezas separadas en las que se incluyen las distintas piezas, generalmente normalizadas, con las designaciones que les dan las normas correspondientes.

Los datos de altura se hacen resaltar mediante flechas especiales (grandes).

Con objeto de poder indicar el diámetro del taladro cuando se emplean plantillas y en el trazado de los taladros en los perfiles laminados y en las chapas
F 19.8 (construcción de recipientes), lo que se hace es emplear los llamados tamaños
F 19.9 naturales (símbolos).

Ejercicio

F 19.10 a F 19.13 Dibújense las figuras que vienen a continuación a escala conveniente en pliegos DIN A3.

19.2. El dibujo en las construcciones de Arquitectura

El dibujo en Arquitectura es una representación de elementos arquitectónicos que, por su conveniente unión y estructuración técnica, deben dar como resultado una construcción estáticamente segura, plena de buen gusto, adecuada a su función y armoniosamente ligada con lo que la rodea. La vivienda urbana y

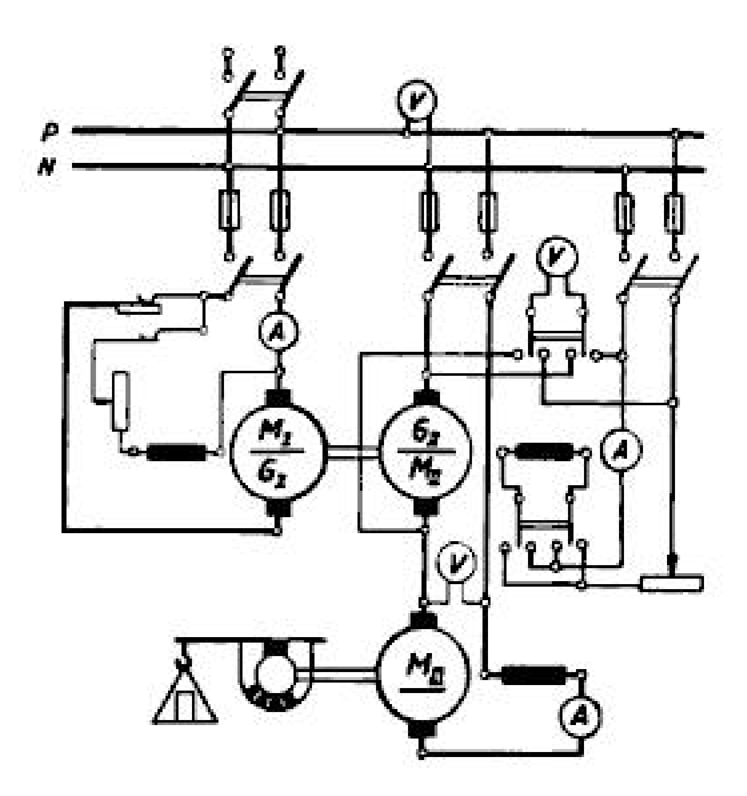


Fig. 19.16 Plano de funcionamiento de una instalación de pruebas

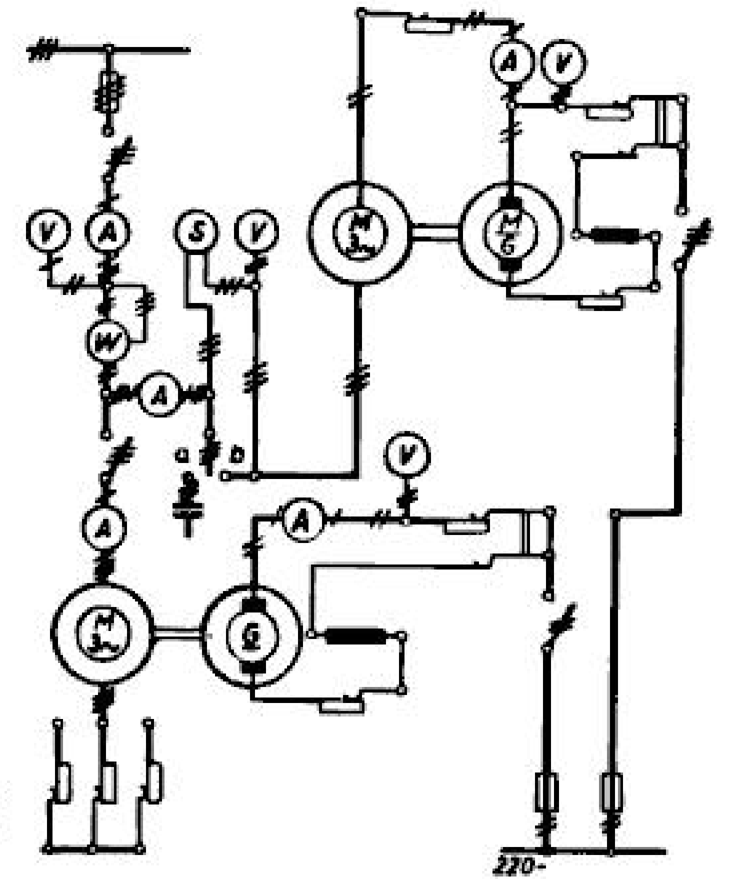


Fig. 19.17 Plano de conexiones o de circulación de la corriente en el caso de máquinas trifásicas conectadas en paralelo

19.4. El dibujo en planos de esquemas eléctricos (DIN 40 710 a 40 717)

La finalidad del dibujo en electrotecnia estriba, lo mismo que en las instalaciones de tuberías, en señalar el camino de la corriente. Su característica común es la línea de conexión. La longitud, la superficie y el volumen se retraen. Por esta razón desempeña el símbolo un papel tan importante. Las cotas apenas si aparecen en el dibujo de la técnica de alta tensión. Unicamente serán necesarias las cotas allí donde la disposición en un espacio determinado pueda llegar a ser de importancia capital, como, por ejemplo, en los cuadros de distribución de energía, o donde haya que tener en cuenta la caída de tensión, o donde haya que fijar la situación de elementos de seguridad, o también en la técnica de la alta frecuencia, en que tiene su papel la disposición de circuitos oscilatorios acoplados o que se influyan mutuamente.

Se distinguen los siguientes planos:

F 19.16 *Planos de funcionamiento.* Estos planos indican los circuitos de corriente, relacionados entre sí, en los aparatos eléctricos.

F 19.17 *Planos de conexiones o de circulación de la corriente.* Estos planos muestran el recorrido de la corriente con todos los bornes y puntos de soldadura.

F 19.18 *Planos de instalación.* Estos planos se superponen en la planta de un edificio. Muestran la disposición de los elementos, líneas, interruptores, enchufes, etcétera, de toda la instalación.

19.8. Dibujo de patentes

Quien solicita una patente no tiene que representar con el dibujo sino la esencia del invento. No se incluyen en el dibujo datos dimensionales, sino que éstos, cuando son esenciales para el invento, se incluyen en la memoria descriptiva. Si excepcionalmente fuera necesaria una representación, exactamente a escala, del objeto cuya patente se solicite, hay que indicar especialmente la escala a que se hace el dibujo. Signos de referencia, letras y cifras se incluyen de modo correlativo a medida que la explicación lo vaya exigiendo. Los dibujos que acompañan a la memoria descriptiva de la patente han de permanecer todavía legibles para una reducción en relación de 2 : 3. Las

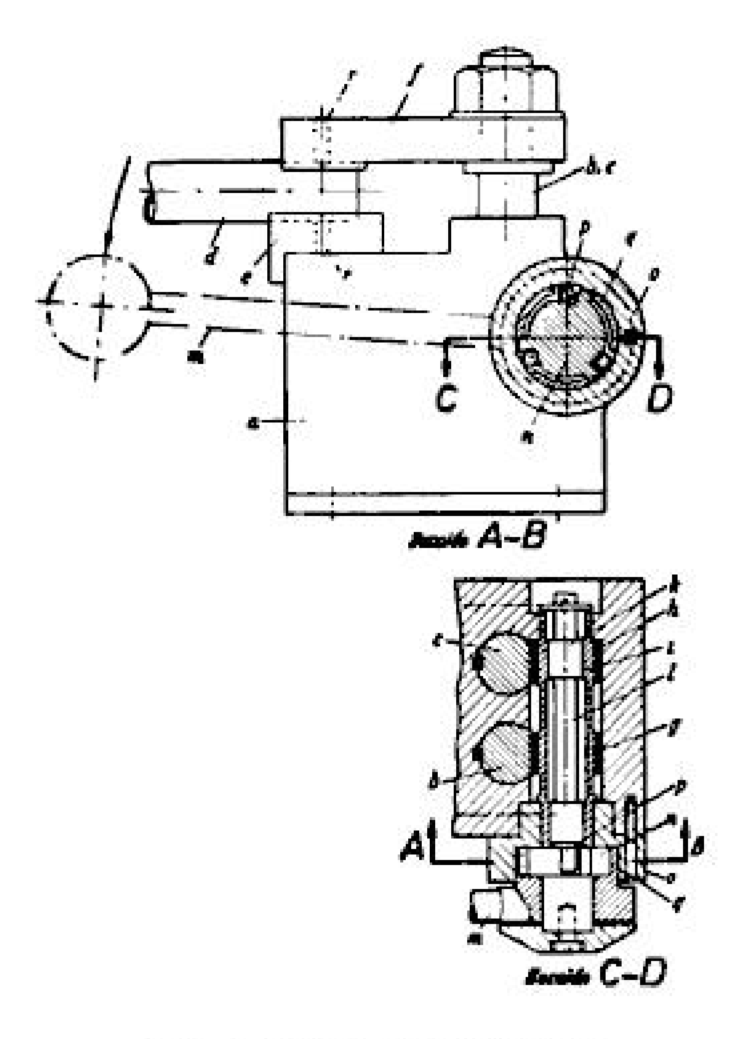


Fig. 19.25 Dibujo de patente

sombras no deben indicarse sino por medio de líneas. El formato normal para dibujos de patentes es el DIN A 4. La oficina de patentes admite también el formato DIN A 3. La representación, la cifras y los datos escritos deben poderse leer colocando el pliego con su dimensión mayor en sentido vertical. Alrededor del dibujo se ha de mantener un margen, no señalado, de 20 mm libres. **F 19.25**

19.9. Gráficos de la marcha de trabajos y diagramas

Los gráficos indicativos de marcha de trabajos y los diagramas sustituyen a los textos escritos y a las tablas numéricas. Están íntimamente emparentados con el dibujo técnico. Pero, mientras que el dibujo suministra medidas y formas, la misión del gráfico estriba en representar de modo breve y claro relaciones y resultados de movimientos de carácter técnico, físico, químico, matemático, estadístico y de organización.

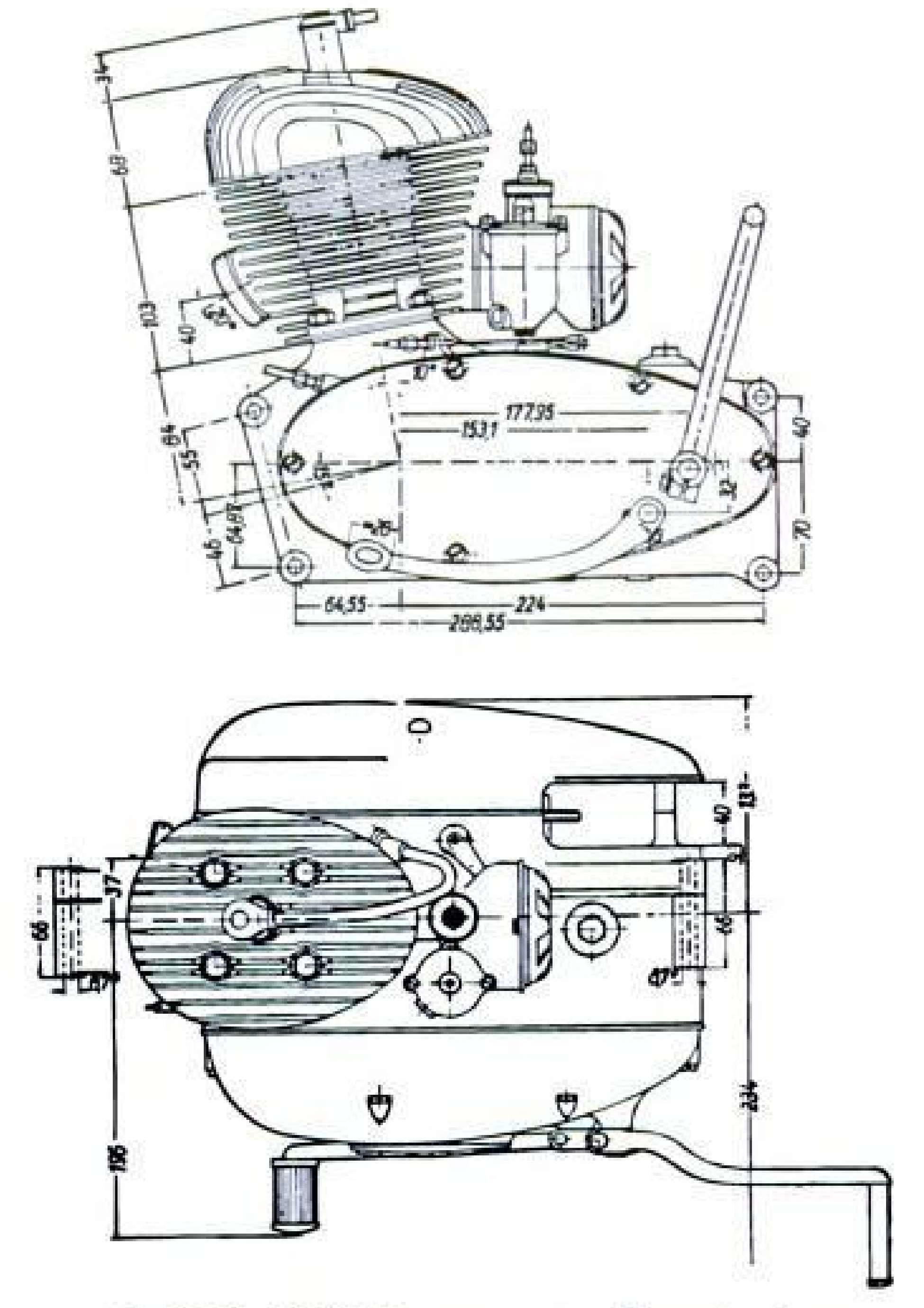


Fig. 19.34 El dibujo para acompañar a la oferta da una idea del conjunto

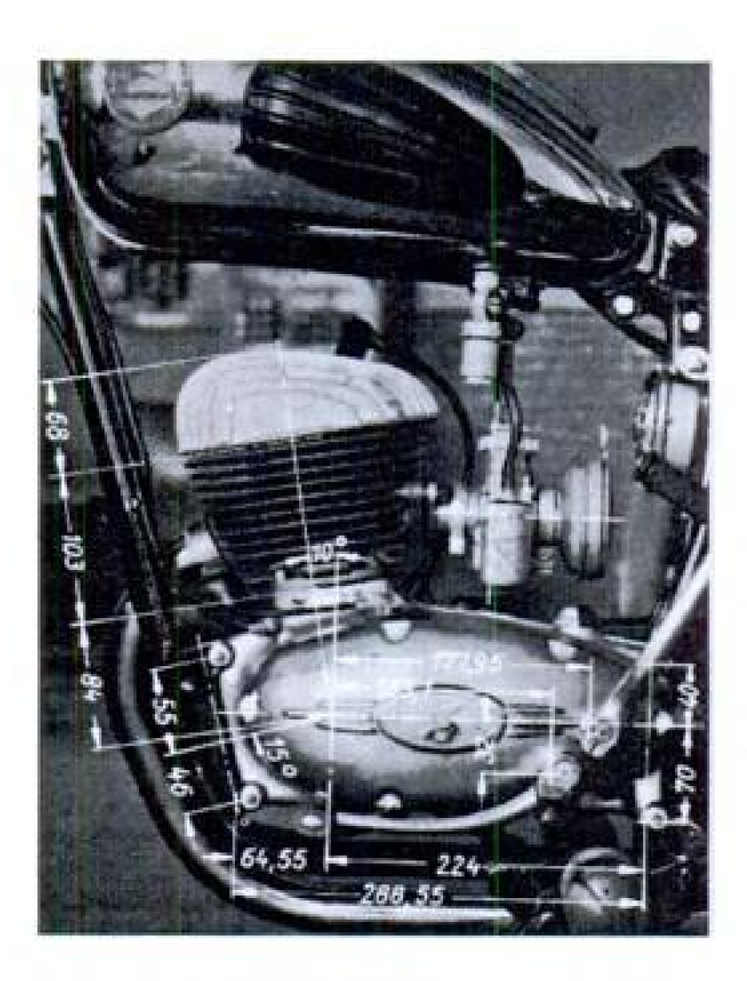


Fig. 19.35 A veces por motivos de economía de tiempo se acortan como si fueran dibujos, imágenes fotográficas

19.12. Dibujo a mano alzada (croquizado)

Es muy importante para el delineante el saber croquizar con soltura. Frecuentemente tendrá que tomar en el mismo taller, donde no es posible el trabajo sobre tablero, el dibujo a mano alzada de piezas de máquina que hay que renovar, para poder, después, sacar de ese croquis el correspondiente dibujo de taller. Muchas veces tendrá también que aclarar mediante croquis a mano alzada órdenes de trabajo o propuestas propias.

Croquizar no quiere decir dibujar descuidadamente o con ligereza, sino representar lo esencial de una forma, del modo más sencillo posible. Para el croquis rigen las mismas condiciones que para un dibujo de taller. A la vista del croquis y de los datos correspondientes debe poderse dar cuenta el técnico de qué se trata, y esto con todo detalle. Muchas veces tiene que hacerse la pieza en el taller a la vista del croquis en cuestión.

Quien croquiza debe conocer el objeto del croquis y ponerse en el lugar de quien tenga, después, que hacer uso de él.

del mismo grupo de fabricación —por ejemplo, montajes o dispositivos— el mismo número de grupo superior, ordenándolos nuevamente dentro de este grupo en grupos principales que, por su parte, se numeran correlativamente, y dentro de cada uno de éstos en subgrupos y así sucesivamente, obteniéndose de este modo el número «parlante» de plano, que nos expresa a su sola vista a qué lugar corresponde y dónde debe encontrarse, pero que, sobre todo, ayuda a dirigir la fabricación y la contabilidad. Los grupos de números ordenados por decenas, centenas, millares, etc., sirven aquí como claves. En el número del plano se incluyen también a veces los números de encargo y de imputación de gastos para facilitar la determinación de precios. A veces aparecen también en el número de plano números correspondientes a clientes, designaciones de tipos, números de variaciones, etc. Se ha hecho también corriente la inclusión del formato. Con esto se indica ya el lugar en que hay que archivarlo, se evitan traspapelamientos y al mismo tiempo se asegura una economía de sitio al archivar.
Las listas de despiece que van por separado reciben el número de los planos correspondientes. El número de un plano parcial tiene que llevar el número del plano principal. Con el mismo número se señalan los cálculos, diagramas y esquemas que han alcanzado valor documental en relación con negociaciones, encargos, variaciones, etc. Mediante anteposición de letras puede ampliarse la sistemática de la numeración de planos.
La cuestión de la numeración unificada y metódica de los planos constituye un método de organización tan importante, que en las grandes empresas ocupa un puesto central. Los números se pasan, tan pronto como nacen, a libros especiales impresos.
Con ayuda de los números de plano pueden evaluarse todos los documentos numerados siguiendo su sistema, desde los más diversos puntos de vista: según el alcance y la clase de los encargos; según los salarios, gastos y costes de las herramientas; según los sitios y los sistemas de fabricación; según las primeras materias, materiales de partida y pesos; según clases de productos, tipos de construcción y series de fabricación y según los fundamentos, normas y programas de fabricación, etc.
En la fabricación se distinguen por un lado la manufactura de las piezas y por otro su montaje. Puesto que una máquina o un aparato se compone de grupos de mecanismos, se estructurarán también de un modo análogo los dibujos que sirven de base a la fabricación.
Según su grado de complejidad, se distinguen dibujos de grupo superior, de grupo de montaje, de grupo intermedio, de subgrupo, de grupos auxiliares y los dibujos de piezas aisladas.
Hoy día se utiliza cada vez más el plano suelto, parcial, como procedimiento más adecuado para la fabricación. Este plano, como verdadera base de la fabricación que es, contiene en forma clara y metódica todos los datos que necesita el taller.
El dibujo de subgrupo constituye una indicación sobre el modo de unir esas piezas sueltas para formar el subgrupo. Lleva las cotas principales (cotas de montaje) y contiene observaciones para el montaje.
Todas las piezas de un modelo de máquina deben estar reflejadas en planos, excepto las piezas normalizadas. Lo mismo puede decirse de los dibujos en bruto para piezas fundidas, prensadas, forjadas, así como de las relativas a tuberías, estructuras, diagramas, etc.

La necesidad de hacer reproducciones de escritos y láminas es muy antigua. Los romanos se valían de sus esclavos para copiar escritos y dibujos. En la Edad Media eran los monjes quienes dedicaban su vida a la copia de escritos religiosos y científicos. Incluso hoy día se copian ideas y pensamientos, en verbo y figura, como en tiempos de nuestros antepasados, haciendo un derroche de fuerza humana y de tiempo. El invento de la imprenta con tipos movibles hizo inútil la tarea copista de gran envergadura de la Edad Media, pero no vino a resolver nada al comerciante que necesitaba copia de sus cartas comerciales. Se produjo entonces la copia mediante prensa de copiar, procedimiento mecánico que era cosa corriente todavía a principios de siglo. El hectógrafo o multicopista hizo posible hacer tiradas pequeñas de 10 a 50 ejemplares, pero resultaba molesto y poco satisfactorio. En el siglo XIX se pensó en la *luz* como factor natural para la ejecución de reproducciones. El papel transparente simplificaba la tarea de copiar mediante el calco. Después se descubrió el calco heliográfico, la reproducción de escritos y dibujos sobre material sensible a la luz y, más recientemente, la fotocopia, o sea la reproducción sobre papel a base de halogenuros de plata. Pero como estos procedimientos luminotécnicos para preparación y multiplicación de planos dentro de una industria y de folletos o prospectos resultan caros y sus operaciones de revelado, lavado y secado y su olor a amoniaco son poco cómodos en una oficina, se desarrollaron al mismo tiempo otros procedimientos y aparatos de reproducción de las clases más diversas.

Uno de los más extendidos es el *procedimiento de las plantillas*, en el que existe una plantilla fija, que es la que produce la impresión. Esta plantilla está constituida por un papel de seda fino, empapado en una emulsión impermeable a la humedad, que se marca con una máquina de escribir sin cinta o, en el caso de dibujos, mediante un punzón especial. Con esto se agujerea la emulsión, mientras que el papel de seda permanece inalterado. Al imprimir no puede, pues, penetrar el color sino por los sitios perforados. El papel que se ha de imprimir es presionado por el rodillo de la prensa contra la plantilla, tomando color en los sitios indicados.

De los aparatos empleados en este sistema hay un reproductor plano que resulta satisfactorio para casos de poca importancia. Hay otro, de un solo tambor, en que el modo de trabajar lo determina un cilindro rotatorio hecho de chapa perforada, que deja llegar el color, a través de la plantilla, al papel. El sistema rotatorio se fue desarrollando más y más, pasando por la máquina de dos cilindros, para llegar a la de tres, y en su estado actual de perfeccionamiento permite la impresión en varios colores en distintos procesos de trabajo. **F 21.10**

También la *impresión plana (offset)* ha conquistado su puesto en las oficinas técnicas. **F 21.11** La impresión offset es una impresión plana, que se funda en la repulsión entre el agua y la grasa. Las partes que se imprimen, texto o dibujos, admiten color; las que no han de imprimirse lo rechazan. Del original, una plancha metálica pasa la impresión primeramente a una mantilla de caucho, y de aquí es donde se imprime sobre el papel. El dibujo y el texto se pueden pasar a la plancha metálica mediante una técnica especial cualquiera. El que maneje la máquina tiene que conocer bien su tecnicismo y trabajar con gran cuidado.

El *procedimiento de la hoja metálica* ha seguido lo que comenzó con la máquina de preparación de placas. **F 21.12** La hoja metálica, una lámina de aluminio, puede ser escrita con cualquier máquina de escribir o ser dibujada a mano. Los caracteres de la escritura y los trazos quedan marcados en relieve por el dorso. Es decir, el reverso de la lámina metálica se convierte en anverso para la imprenta. Mediante un procedimiento de entintado, se colora el relieve, y el papel se aprieta mediante rodillo contra la lámina así entintada. Como la hoja metá-



Schneider \ Sappert

Manual práctico de **dibujo técnico**



EDITORIAL REVERTÉ S.A.
www.reverte.com

